

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS



"ESTUDIO DE FERTILIZACION N.P.K. EN MAIZ,
BAJO ENFOQUES DE SISTEMAS EN EL EJIDO DE
NEXTIPAC, ZAPOPAN, JALISCO"

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
P R E S E N T A

MARTIN ORTEGA LOPEZ

LAS AGUJAS, MUNICIPIO DE ZAPOPAN, JAL. MARZO DE 1995.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección **ESCOLARIDAD**

Expediente

Número... **0649/90**

26 de septiembre de 1990

C. PROFESORES:

M.C. VALERIO PALACIOS CORONA, DIRECTOR
DR. DIEGO GONZALEZ EGUIARTE, ASESOR
ING. RAMON CEJA RAMIREZ, ASESOR

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

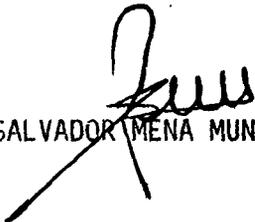
"ESTUDIO DE FERTILIZACION N.P.K., EN MAIZ, BAJO ENFOQUES DE SISTEMAS EN EL EJIDO DE NEXTIPAC, ZAPOPAN, JALISCO"

presentado por el (los) PASANTE (ES) MARTIN ORTEGA LOPEZ

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

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

A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJA"
EL SECRETARIO


ING. SALVADOR MENA MUNGUIA

srd'

RAM

Al contestar este oficio cítese fecha y número



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección ESCOLARIDAD

Expediente

Número ..0649/90.....

26 de septiembre de 1990

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)

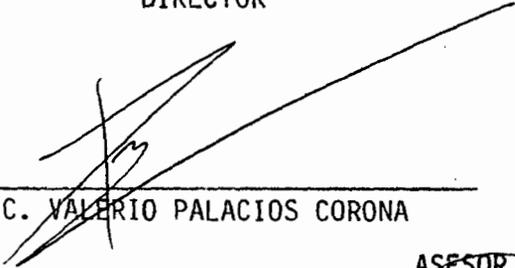
MARTIN ORTEGA LOPEZ

titulada:

"ESTUDIO DE FERTILIZACION N.P.K., EN MAIZ, BAJO ENFOQUES DE SISTEMAS
EN EL EJIDO DE NEXTIPAC, ZAPOPAN, JALISCO"

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR


M.C. VALERIO PALACIOS CORONA

ASESOR

ASESOR


DR. DIEGO GONZALEZ EGUIARTE


ING. RAMON CEJA RAMIREZ

srd'

mam

Al contestar este oficio cítese fecha y número

**ESTUDIO DE FERTILIZACION N.P.K., EN MAIZ, BAJO
ENFOQUES DE SISTEMAS EN EL EJIDO NEXTIPAC,
ZAPOPAN, JAL.**

AGRADECIMIENTOS

A mi ¡DIOS...! TODO PODEROSO, por haberme creado a mí y a el universo perfecto, el lugar perfecto, el hogar perfecto, en donde vivir, y por darme la chispa divina que me permite inhalar la energía positiva y suficiente para elegir el camino correcto en la vida y administrar, convivir e interdepender siempre! en armonía con este universo perfecto.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara, por haberme propiciado los medios necesarios con oportunidad para concluir mis estudios y mi formación profesional en el campo de la Agronomía y así poder servir a mi gente, preservar y desarrollar mi región, mi estado, mi país y el mundo que habitamos.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) por darme la oportunidad de realizar mis primeras experiencias profesionales en el campo de la agronomía y por el apoyo y facilidades brindadas en la realización del presente trabajo de tesis.

Al M.C. Valerio Palacios Corona por dirigir este trabajo de tesis con un alto grado de profesionalismo y por su valiosos y constantes consejos tanto en la formación profesional como en la formación personal.

Al Dr. Diego R. González Eguiarte, por su apoyo total en la realización, orientación, revisión y asesoría general del presente trabajo de tesis.

Al ING. Ramón Ceja Ramírez por su disponibilidad como asesor de esta tesis y por su valiosa colaboración en la revisión de dicho trabajo.

Al M.V.Z. Enrique Vázquez por su apoyo en la realización de las transparencias utilizadas en la presentación del trabajo de tesis.

Al personal del entonces Campo experimental Zapopan del CIFAP-INIFAP que de alguna u otra forma contribuyeron en la realización de este estudio.

Al ING. Ramiro Rodríguez Estrada por su apoyo en la impresión de este trabajo de tesis, así como por sus valiosos consejos en el manejo de programas de computación empleados en la edición del mismo.

A mis maestros y compañeros de la Facultad de Agronomía por haber coincidido en un tiempo fundamental en nuestra vida.

A los Productores Experimentadores cooperantes del ejido Nextipac, que de una forma entusiasta y desinteresada participaron en los trabajos experimentales de esta tesis y que gracias a que ellos existen tenemos una meta en nuestra carrera, porque todo lo que hacemos lo hacemos pensando en el desarrollo económico, cultural, personal y regional de la gente del campo "El ¡GRAN! Sector Agropecuario".

PRODUCTORES COOPERANTES:

Silvino Ortega López (Potrero El Triángulo)

Francisco Ortega Jiménez (Triángulo y Ocote)

Santiago Rosales García (Potrero El Triángulo)

Jesús Sierra Alvarez (Potrero El Jocuatole)

Felipe Vidal Rosales (Potrero El Jocuatole)

Jesús Rivera Rivera (Potrero EL Palo Santo)

Arturo Vargas Madrigal (Rancho Los Amigos)

DEDICATORIA

A mis Padres SILVINO Y JACOBA por darme la vida y por su gran esfuerzo y empeño en forjar mi porvenir a través de una carrera profesional, por la confianza que siempre han depositado en mí y porque gracias a ello he ido forjando mi propio carácter como resultado de una interacción de ellos. ¡LOS QUIERO MUCHO! GRACIAS PAPA SILVINO Y MAMA POBA.

A mis hermanos ROSA, BENJAMIN, JUAN, VICENTA Y SILVINO por su compañía dentro y fuera del seno familiar y por que cada uno logre o haya logrado su meta en esta vida.

A la memoria de mi hermano JUAN quien siempre me motivó a superarme para lograr ser un gran profesionista y a quien siempre recordaré con gran admiración, cariño y respeto donde quiera que esté.

A mis sobrinos Chela, Chayo, Juan José, Carlos, Rosa Isela, Lucy, Rafa, Paloma, Sury, Ernesto, Uriel, La Gorda, Juan Ma', Vanessa, Diego, Lupita, Cintya, Miguelito, Pricyla, Edith, Israel, La Bechy, Paola y Tania, porque siempre sigan por el buen camino y logren todas sus aspiraciones en esta vida. ¡LES DESEO LO MEJOR!

A mis cuñados y cuñadas José Torres, Edwviges, Pina, Miguel y Ana, por estar en las buenas y en las malas con mis hermanos.

A mis amigos Raúl Rangel Ascencio, Arturo Vargas Madrigal, Jesús Rivera Rivera, Miguel Hidalgo Rivera, Enrique Agraz Maraver, Jesús Martínez Quirarte, Manuel Cerda Rivas, Bernardo Olmedo Morales, Arturo Ramírez González, Manuel Alvarez Pérez, y Francisco Ortega Jiménez, porque en mayor o menor grado hemos participado juntos de alegrías, tristezas, convivencias, proyectos, trabajos, etc. por lo que los considero mi flota.

A mi primo Pablo Hernández López, por su gran entusiasmo por la vida y por buscar intensamente el bienestar para todos sin esperar nada a cambio.

A Marti por ser una gran persona y por su apoyo incondicional, mi cariño y mi reconocimiento especial.

A los Agricultores del mundo por que son los que producen nuestro alimento de cada día.

*A NEXTIPAC o sea, a la fies, al Heris, a los tastuanes, a chaguillos vengativo, al Rancho de la Chole, al cuadro, a la casa del pueblo, la gente dice..., a los oficiales, a las mañanitas, a las fiestas patrias, al cobro del agua, a don quiques viejos, al saucito, ¡EE.. ÁÁÁ!, a la capital del mundo, a la fiesta de Julio, al novenario, a los estrenos, a María de Gollo, al Churi, a Don Gena, al Cosio, al cerrito, a la misa del buen temporal, a la loma, al charco de con Rejo, a la siembra, al Carmel, al Pansas, a la Venta, al Santiago, a Nesti, a Zapopa, a las reinas, al cómputo final, al ojo de agua, a Don Silvi, al raizudo, a las pilas, a la planta de semillas, al kiosko, a Delfo, al desfile, al 25 de julio, ¡ píntalo!, a...¡**TODOS!** o sea: a **NEXTIPAC.***

C O N T E N I D O

	PAG.
INDICE DE CUADROS -----	iv
INDICE DE FIGURAS -----	vi
INDICE DE FIGURAS EN EL APENDICE -----	vii
RESUMEN -----	viii
1. INTRODUCCION -----	1
2. REVISION DE LITERATURA -----	4
2.1. Los Fertilizantes Químicos -----	4
2.2. Fertilización Química en Maíz -----	6
2.3. Fertilizantes Nitrogenados -----	9
2.3.1. Reacciones químicas en el suelo de algunos fertilizantes nitrogenados -----	9
2.3.2. Funciones del Nitrógeno en la planta -----	11
2.3.3. Síntomas de deficiencia del Nitrógeno en la planta -----	11
2.3.4. Nitrificación y Desnitrificación -----	12
2.4. Fertilizantes Fosforados -----	12
2.4.1. Funciones del fósforo en las plantas -----	13
2.4.2. Síntomas de deficiencia del fósforo -----	13
2.4.3. Movilidad del fósforo en el suelo -----	14
2.5. Fertilización Potásica -----	14
2.5.1. Funciones del Potasio en la planta -----	15
2.5.2. Deficiencia del potasio -----	15
2.5.3. Problemas en la planta -----	16
2.5.4. Fuentes de potasio -----	17
3. MATERIALES Y METODOS -----	19
3.1. Descripción del área de estudio -----	19
3.1.1. Localización Geo-política -----	19
3.1.2. Localización Geográfica -----	19
3.1.3. Clima -----	20
3.1.3.1. Precipitación -----	20

3.1.3.2. Temperatura -----	22
3.1.4. Suelos -----	22
3.1.4.1. Composición -----	23
3.1.4.2. Erosión -----	24
3.1.5. Vegetación -----	24
3.1.6. Aspectos Socioeconómicos -----	25
3.1.6.1. Población -----	25
3.1.6.2. Población económicamente activa del Sector Agropecuario -----	25
3.1.6.3. Especies Cultivadas -----	25
3.1.6.4. El maíz como cultivo principal -----	26
3.2. Metodología -----	26
3.2.1. Elección de Agricultores y parcelas experimentales -----	28
3.2.2. Experimentos -----	28
3.2.3. Características de los experimentos -----	28
3.2.3.1. Tratamientos -----	28
3.2.3.2. Establecimiento de los experimentos -----	29
3.3. Diseño Experimental -----	32
3.4. Manejo del cultivo en los experimentos -----	33
3.5. Toma de datos -----	36
3.5.1. En la planta -----	36
3.5.2. Cosecha -----	36
3.5.2.1. Ajuste de las medias de rendimiento -----	37
3.6. Métodos estadísticos -----	38
3.6.1. Análisis de Varianza Individuales -----	38
3.6.1.1. Comparación de medias -----	39
3.6.2. Análisis de Varianza Combinado -----	40
3.6.3. Regresión Lineal simple -----	40
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES -----	43
4.1. Análisis de Varianza Individual -----	43
4.1.1. Análisis de los experimentos Tipo I -----	43
4.1.2. Análisis de los experimentos Tipo II -----	45
4.1.3. Análisis para los tratamientos con y sin Nitrógeno -----	46
4.1.4. Análisis para los tratamientos con y sin Fósforo -----	51
4.1.5. Análisis para los tratamientos con y sin Potasio -----	53

4.1.6. Resultados de las pruebas de T para las comparaciones entre tratamientos -----	58
4.1.6.1. Experimentos Tipo I -----	58
4.1.6.2. Experimentos Tipo II -----	60
4.2. Análisis de Varianza Combinado -----	61
4.2.1. Análisis combinado para los experimentos de interacción de fertilizantes en cuatro localidades -----	61
4.2.2. Análisis Combinado para las variables con y sin Nitrógeno -----	63
4.2.3. Análisis Combinado para las variables con y sin Fósforo -----	63
4.2.4. Análisis Combinado para las variables con y sin Potasio -----	66
4.3. Resultados de la Regresión Lineal Simple -----	68
4.3.1. Modelos de Regresión Lineal Simple para Nitrógeno -----	68
4.3.2. Modelos de Regresión Lineal Simple para Fósforo -----	71
4.3.3. Modelos de Regresión Lineal Simple para Potasio -----	72
5. CONCLUSIONES -----	76
6. BIBLIOGRAFIA -----	78
7. APENDICE -----	82

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAG.
1	DISTRIBUCION POR SUPERFICIE EN HECTAREAS DEL SECTOR AGROPECUARIO, DE ACUERDO CON EL REGIMEN DE PROPIEDAD, PARA EL MUNICIPIO DE ZAPOPAN Y TRES EJIDOS DE IMPORTANCIA AGRICOLA DE LA REGION. _ _ _ _ _	27
2	DISTRIBUCION DE LOS EXPERIMENTOS Y TRATAMIENTOS DE FERTILIZACION EN EL EJIDO DE NEXTIPAC, MUNICIPIO DE ZAPOPAN, JAL. 1989. _ _ _ _ _	29
3	RELACION DE LOS TRATAMIENTOS QUE SE EMPLEARON EN LOS EXPERIMENTOS DEL EJIDO NEXTIPAC, JAL. 1989. _ _ _ _ _	30
4	TRATAMIENTOS UTILIZADOS EN LOS EXPERIMENTOS DE FERTILIZACION PARA EL CULTIVO DE MAIZ EN EL EJIDO NEXTIPAC, MUNICIPIO DE ZAPOPAN, JAL. 1989. _ _ _ _ _	30
5	NIVELES DE FERTILIZACION QUE UTILIZA NORMALMENTE EL AGRICULTOR EN SUS PARCELAS COMERCIALES. NEXTIPAC, JAL. 1989. _ _ _ _ _	32
6	FECHAS DE SIEMBRA DE LOS EXPERIMENTOS DE FERTILIZACION EN NEXTIPAC, MUNICIPIO DE ZAPOPAN, JAL. 1989. _ _ _ _ _	33
7	LABORES DE CULTIVO PROMEDIO, REALIZADAS POR LOS AGRICULTORES EN LAS PARCELAS EXPERIMENTALES, PARA CULTIVO DE MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. NEXTIPAC, JAL. 1989. _ _ _ _ _	35
8	INSUMOS PROMEDIO USADOS POR LOS AGRICULTORES COOPERANTES EN LAS PARCELAS EXPERIMENTALES. NEXTIPAC, JAL. 1989. _ _ _ _ _	35
9	MODELO ESTADISTICO DEL ANALISIS DE VARIANZA INDIVIDUAL PARA UNA DISTRIBUCION EN BLOQUES AL AZAR (COMPARACIONES APAREADAS). _ _ _ _ _	41
10	MODELO DE ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO PARA UNA DISTRIBUCION EN BLOQUES AL AZAR _ _ _ _ _	42
11	RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA (ANVA) INDIVIDUAL PARA RENDIMIENTO EN LOS EXPERIMENTOS DE FERTILIZACION. NEXTIPAC, JAL. 1989. _ _ _ _ _	47
12	RESULTADOS DEL ANVA INDIVIDUAL PARA RENDIMIENTO EN LAS PRUEBAS DE FERTILIZACION NITROGENADA. NEXTIPAC, JAL. 1989 _ _ _ _ _	50
13	MEDIAS DE RENDIMIENTO PARA LOS TRATAMIENTOS CON Y SIN NITROGENO, EN MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. NEXTIPAC, JAL. 1989. _ _ _ _ _	51
14	RESULTADOS DEL ANVA INDIVIDUAL PARA RENDIMIENTO, EN LA PRUEBA DE FERTILIZACION FOSFORADA. NEXTIPAC, JAL. 1989. _ _ _ _ _	54
15	MEDIAS DE RENDIMIENTO PARA LOS TRATAMIENTOS CON Y SIN FOSFORO, EN MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. NEXTIPAC, JAL. 1989. _ _ _ _ _	54
16	RESULTADOS DEL ANVA INDIVIDUAL PARA RENDIMIENTO EN LA PRUEBA DE FERTILIZACION POTASICA. NEXTIPAC, JAL. 1989. _ _ _ _ _	56

17	MEDIAS DE RENDIMIENTO PARA LOS TRATAMIENTOS CON Y SIN POTASIO, EN MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. NEXTIPAC, JAL. 1989. -----	56
18	PRUEBAS DE T AL 0.05, PARA LAS MEDIAS DE RENDIMIENTO, DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACION (EXPERIMENTOS TIPO I), EVALUADOS EN NEXTIPAC, JAL. 1989. -----	59
19	PRUEBA DE T PARA LAS MEDIAS DE RENDIMIENTO, EN LOS TRATAMIENTOS DE POTASIO. NEXTIPAC, JAL. 1989. -----	60
20	RESULTADOS DEL ANVA COMBINADO PARA RENDIMIENTO, DE LA INTERACCION DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACION QUIMICA: "N-P-00", "N-00-00" Y "00-00-00", EN CUATRO LOCALIDADES DEL EJIDO NEXTIPAC, JAL. 1989. -----	62
21	ANALISIS DE VARIANZA COMBINADO CON DOS NIVELES DE FERTILIZACION: CON Y SIN NITROGENO, EN CUATRO LOCALIDADES DE NEXTIPAC, JAL. 1989. -----	64
22	RESULTADOS DEL ANVA COMBINADO PARA RENDIMIENTO CON DOS NIVELES DE FERTILIZACION: CON Y SIN FOSFORO PARA CINCO LOCALIDADES. NEXTIPAC, JAL. 1989. -----	65
23	RESULTADOS DEL ANVA COMBINADO PARA RENDIMIENTO CON DOS NIVELES DE FERTILIZACION: CON Y SIN POTASIO, EN DOS LOCALIDADES DEL EJIDO NEXTIPAC. 1989. -----	67
24	VALORES DE TB1 (PENDIENTE) POR PRODUCTOR, EN EXPERIMENTOS CON Y SIN NITROGENO. NEXTIPAC, JAL. 1989. -----	68
25	RELACION DE NITROGENO APLICADO POR KILOGRAMOS DE MAIZ PRODUCIDO, POR TERRENO DE PRODUCTOR. EJIDO NEXTIPAC, 1989. -----	69
26	VALORES TB1 (PENDIENTE) POR PRODUCTOR EN EXPERIMENTOS CON Y SIN FOSFORO. NEXTIPAC, JAL. 1989. -----	71
27	RELACION DE FOSFORO APLICADO POR KILOGRAMOS DE MAIZ PRODUCIDO, POR TERRENO DE PRODUCTOR. EJIDO NEXTIPAC, 1989. -----	72
28	VALORES DE TB1 (PENDIENTE) POR PRODUCTOR, EN LOS EXPERIMENTOS CON Y SIN POTASIO. NEXTIPAC, JAL. 1989. -----	74
28	RELACION DE POTASIO APLICADO POR KILOGRAMOS DE MAIZ PRODUCIDO, POR TERRENO DE PRODUCTOR. NEXTIPAC, JAL. 1989. -----	74

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAG.
1	LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA DE ESTUDIO, EJIDO NEXTIPAC, MUNICIPIO DE ZAPOPAN, JAL. 1989. -----	21
2	CROQUIS DE LA DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS EN CAMPO, ESTABLECIDOS EN LAS PARCELAS EXPERIMENTALES. NEXTIPAC, JAL. 1989. --	31
3	UBICACION DE LOS EXPERIMENTOS ESTABLECIDOS EN EL EJIDO NEX TIPAC. 1989. -----	34
4	COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO EN LOS EXPERIMENTOS DE FERTILIZACION "TIPO 1 Y 2" POR LOCALIDAD EN EL EJIDO NEXTIPAC, JAL. CICLO P.V. 1989. -----	48
5	COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO CON LA FERTILIZACION TRADICIONAL DEL PRODUCTORY SIN FERTILIZANTE POR LOCALIDAD, EN EL EJIDO NEXTIPAC, JAL. CICLO P.V. 1989. -----	49
6	COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACION CON Y SIN NITROGENO, POR LOCALIDAD. CICLO P.V. 1989. NEXTIPAC, JAL. -----	52
7	COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACION CON Y SIN FOSFORO, POR LOCALIDAD. CICLO P.V. 1989. NEXTIPAC, JAL. -----	55
8	COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACION CON Y SIN POTASIO, POR LOCALIDAD. CICLO P.V. 1989. NEXTIPAC, JAL. -----	57
9	MODELOS REPRESENTATIVOS DE LA EFICIENCIA DEL NITROGENO EN MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. NEXTIPAC, JAL. 1989. -----	70
10	MODELOS REPRESENTATIVOS DE LA EFICIENCIA DEL FOSFORO EN MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. NEXTIPAC, JAL. 1989. -----	73
11	MODELOS REPRESENTATIVOS DE LA EFICIENCIA DEL FOSFORO EN MAIZ DE HUMEDAD RESIDUAL. NEXTIPAC, JAL. 1989. -----	75

RESUMEN

El maíz es un cultivo que tiene gran importancia en México, debido a que este cereal constituye una de las principales fuentes de alimento para esta población.

Una de las formas de producción de maíz en México, es el "Sistema Zapopano", el cual se originó en el Municipio de Zapopan Jalisco hacia el año de 1953, aproximadamente, como resultado del esfuerzo conjunto, entre el concimiento empírico de los agricultores y el conocimiento teórico práctico de los agrónomos. (Orozco, 1970).

Padilla (1963), define el Sistema Zapopano, como una serie de prácticas agrícolas con destino al cultivo de maíz de temporal, con fertilizantes y en áreas de influencia termopluviométrica. Este sistema tecnológico se puede dividir en dos aspectos: labranza e insumos. Ambos encarecen los costos de producción, pero principalmente los insumos y de estos el fertilizante químico, el cual, es una práctica que se caracteriza por la generalidad con que se aplica y por su alto costo relativo.

Estudios de Ramírez (1983), demuestran que en el Valle de Zapopan el 100% de los agricultores utilizan fertilizante químico. Sin embargo, a pesar de que su respuesta es evidente, la eficiencia con que se emplea es discutible.

El presente estudio es un subproyecto, dentro de las actividades del Departamento de Productividad de Agrosistemas del Campo Experimental Centro de Jalisco (INIFAP).

Como resultado de algunas encuestas, se ha establecido que los agricultores usan diferente tipo, cantidad y fecha de aplicación de fertilizante, no habiendo significancia en la producción cuando se utilizó la mayor o menor dosis de fertilización o alguna fecha específica dentro del rango utilizado por los agricultores encuestados.

El objetivo del trabajo, fue conocer la intensidad de la respuesta a la fertilización química y por consiguiente estimar la eficiencia del fertilizante en función de su efecto sobre la producción, y a la vez determinar el nivel de productividad original de los suelos.

Las hipótesis que se plantearon en el proyecto son: 1. La eficiencia en el uso de fertilizantes nitrogenados, fosfóricos y potásicos, es diferente por agricultor. 2.- La fertilización química es un factor que limita la productividad en el cultivo de maíz de humedad residual, en la región de Nextipac, Mpio. de Zapopan, Jal.

La estrategia que se usó, se basa en la metodología del "Productor Experimentador" (Villareal y Bierly, citado por Palacios, 1988), la cual consiste en asociarse con productores y establecer ensayos experimentales sobre aquellos aspectos en que los productores consideren que tienen problemas, respeto a una necesidad sentida, y evaluando la tecnología disponible ofrecida como alternativa de solución (Palacios, et al. 1989).

El trabajo se realizó en el Ejido de Nextipac, Mpio. de Zapopan, Jal. en donde el cultivo principal es el maíz y su volumen de producción la obtienen gracias a las bondades del Sistema Zapopano. Se establecieron ocho sitios experimentales dentro de las parcelas comerciales de un número igual de agricultores "tipo", que representaran a la región en estudio.

Los experimentos se localizan en los potreros: El Triángulo, El Ocote, El Jocuatole, Palo santo y Rancho los Amigos. Los tratamientos estudiados en los experimentos fueron siete: Agricultor¹ (testigo), "agricultor¹-00-00"; "N-P-K"; "160-46-00"; "00-00-00", "00-P-00" y "160-00-00". Cabe hacer mención que la fertilización tradicional que emplea el agricultor en el ejido de Nextipac, es a base de nitrógeno y fósforo, sin aplicar potasio.

Para un mejor manejo de la información, se identificaron dos tipos de experimentos. Experimentos Tipo 1, en los cuales los tratamientos a evaluar tienen nitrógeno y fósforo a diferentes niveles pero sin incluir potasio (esta es la fertilización tradicional que hace el agricultor en la región). Y Experimentos Tipo 2, en los que la variable de estudio es la aplicación de potasio en las condiciones de manejo propias del agricultor.

En cinco sitios experimentales, se probó la eficiencia de nitrógeno y fósforo, en dos se evaluó la respuesta a potasio y en un sitio la eficiencia de fósforo solo. No fué posible establecer el mismo tipo de ensayos en todos los casos, ya que los trabajos se realizaron en base a las condiciones de trabajo, del interés y disposición de cada agricultor. Sin embargo, la metodología

empleada permite obtener información confiable, para probar las hipótesis planteadas.

Se utilizó el diseño experimental de Parcelas Apareadas, por mejor adaptarse a las condiciones de trabajo de los agricultores.

En la parcela experimental se manejaron franjas de seis surcos por tratamiento, con una longitud mínima de 80 m cada uno, la distancia entre surco fue de 0.80 m y la de planta de 0.22 m, aproximadamente; el área de la parcela útil fue de 8.0 m². Para analizar los datos primero se ajustaron las estimaciones de rendimiento, por medio del modelo para covarianza en bloques al azar. Los datos se analizaron de acuerdo a un análisis de varianza individual, comparaciones de medias, análisis de varianza combinado y regresión lineal simple.

Los modelos mencionados permitieron interpretar adecuadamente la información, obteniéndose los siguientes resultados generales:

- La relación que existe entre nitrógeno y rendimiento es significativa; haciéndose notable, la influencia que ejerce sobre el rendimiento el propio potencial productivo del suelo.
- En general rindieron más las plantas fertilizadas con nitrógeno que las no fertilizadas con este nutrimento.
- La relación entre fósforo y rendimiento no fué significativa en la mayoría de los casos. Se observó que las plantas de maíz, en general rindieron igual con fósforo que sin él.
- La relación entre potasio y rendimiento resultó significativa para algunos casos y no significativa para otros, por lo que se pone de manifiesto que el suelo responde diferente por productor a la aplicación de este elemento.

De lo anterior fue posible derivar las siguientes conclusiones generales:

- Los requerimientos de nitrógeno, fósforo y potasio, varían por terreno del agricultor.
- La respuesta al fertilizante químico, es relativa al ambiente que se esté probando, siendo notable la influencia que ejerce sobre el rendimiento el propio potencial productivo del suelo.
- En este caso, como se tiene un ambiente climático aproximadamente homogéneo en el valle de Zapopan, entonces la eficiencia del fertilizante y el nivel de fertilidad original del suelo, estará dada por el manejo que le dan los productores a sus parcelas.
- La intensidad de la respuesta a la fertilización química, la eficiencia del fertilizante y el nivel de fertilidad original del suelo es diferente por productor.
- La eficiencia con que se emplea el fertilizante químico por los productores en el área de estudio, es baja.
- La fertilización química, es un factor que limita la productividad del cultivo de maíz de humedad residual, en el ejido de Nextipac, Mpio. de Zapopan, Jal.
- Las causas de esta variación en rendimiento, está dada por los factores: clima, suelo y manejo, por lo que para el análisis de dichos factores se requiere hacer las observaciones, planteándose nuevas hipótesis en tiempo y espacio (mismo lugar y en diferente tiempo, por lo menos 2 a 3 años).

1. El tratamiento "Agricultor", se entiende como la cantidad y tipo de fertilizante que maneja tradicionalmente el agricultor (Ver Cuadro 5)_{xi}

1. INTRODUCCION.

El cultivo de maíz tiene importancia especial en nuestro país, dado que este cereal constituye la base de la alimentación de los mexicanos. Su origen no se ha podido establecer con precisión. Sin embargo, se puede afirmar que ya se cultivaba en América latina en la época precortesiana.

El maíz ocupa el tercer lugar en la producción mundial (después del trigo y el arroz) y se cultiva en una superficie total de 106 millones de hectáreas. Su rendimiento es de 215 millones de toneladas, lo que representa un promedio de dos toneladas por hectárea. (SEP, 1983).

La producción y consumo de maíz en México, son costumbres heredadas desde la época prehispánica y aunque en la actualidad la dieta del mexicano tiene muchas variantes, el maíz forma parte fundamental de ésta. La demanda interna de este cereal está dada principalmente por la componente demográfica que ocasiona el incremento creciente del consumo humano de éste cereal. (Nuño, 1988).

En Jalisco se cultivan 700 mil hectáreas de maíz aproximadamente, de 1'334,603 sembradas, representando el 54.4% de la superficie agrícola; con un rendimiento medio de 2.5 toneladas por hectárea. Lo que representa una producción de 1'750,000 toneladas anuales, o sea el 17% de la producción Nacional. (Guzmán, 1991).

Una de las formas de producción de maíz en México es el "Sistema Zapopano", originado en este municipio, hacia el año de 1953 aproximadamente. Este Sistema de producción, es el resultado de una combinación entre los conocimientos empíricos del agricultor y los conocimientos tanto teóricos como prácticos de los agrónomos (Orozco, 1970).

El sistema zapopano lo define Padilla (1963), como una serie de prácticas agrícolas con destino al cultivo de maíz de temporal, con fertilizantes y en áreas de influencia termoplumiométrica. Es un sistema tecnológico que se puede dividir en dos aspectos que son: labranza e insumos. De los cuales los insumos son de los que más contribuyen a la elevación de los costos, principalmente el fertilizante que siempre es utilizado por los agricultores.

El ejido de Nextipac se ubica dentro del municipio de Zapopan, por lo que su producción maicera la obtiene gracias a las bondades de este Sistema de Producción.

El estudiar los factores que están limitando al potencial productivo de un cultivo bajo ciertas circunstancias, permite una mejor posición para facilitar al productor mejorar su toma de decisiones, obteniendo así mayor eficiencia y eficacia de su unidad de producción. (Palacios, 1989).

Por las circunstancias que privan actualmente nuestra en la agricultura mexicana, surge la necesidad de hacer un uso cada vez más eficiente de los recursos empleados en las unidades productivas, obligando a precisar al máximo la utilidad del uso de los diferentes insumos. La fertilización es una práctica que se caracteriza por la generalidad con que se aplica y por su alto costo relativo.

Estudios realizados por Ramírez (1983) demuestran que el 100% de los agricultores en el Valle de Zapopan, utilizan fertilizante.

Existen productores que aplican desde menos de 100 kg de nitrógeno por hectárea y otros que aplican hasta 300 kg., así mismo, hay agricultores que aplican desde 46 kg de fósforo por hectárea y otros hasta 115 kg. De la misma manera se identifican productores que aplican potasio y otros que no lo hacen (en el Valle de Zapopan no es muy generalizado el uso de este fertilizante). Sin embargo, no se ha encontrado diferencia significativa en la mayoría de los casos cuando se utiliza la mayor o menor dosis de fertilización. (Datos sobre manejo del cultivo de 40 parcelas, recopilados por medio de encuestas, realizadas a 20 productores de la región, 1988).

De aquí se deduce, que a pesar de que el fertilizante es uno de los insumos que por lo general utiliza el productor, siendo su respuesta evidente, la eficiencia con que se emplea es discutible.

El propósito del presente trabajo es, pues, conocer la intensidad de la respuesta a la fertilización química y por consiguiente, estimar la eficiencia del fertilizante en función de su efecto sobre la producción, a la vez que se determina el nivel de productividad original de los suelos.

La estrategia que se siguió para el desarrollo del presente estudio se basa en la metodología del "Productor Experimentador", (Villarreal y Bierly, citado por Palacios, 1988). Esta metodología consiste en asociarse con productores y establecer ensayos experimentales, sobre aquellos aspectos en que los productores consideren que tienen problemas (respeto a la necesidad sentida), evaluando la tecnología disponible ofrecida como alternativa de solución.

En base al anterior marco de referencia, se plantea el presente estudio, cuyos objetivos e hipótesis son los siguientes:

OBJETIVOS.

Determinar la intensidad de la respuesta a la fertilización química como una medida del nivel de productividad original del suelo y su capacidad productiva.

HIPOTESIS.

- 1.- La eficiencia en el uso de fertilizantes nitrogenados, fosfóricos y potásicos es diferente por agricultor.
- 2.- La fertilización es un factor que limita la productividad en el cultivo de maíz de humedad residual, en la región de Nextipac, Mpio. de Zapopan, Jal.

2. REVISION DE LITERATURA.

2.1. Los Fertilizantes Químicos.

Los fertilizantes son compuestos químicos que se complementan con los nutrimentos vegetales ya existentes en el suelo; por lo tanto, los fertilizantes pueden valorarse de acuerdo con su contenido específico de nutrimentos vegetales y con la disponibilidad de éstos.

Palacios (1988), cita a Estrella, quien menciona que en muchas regiones, el uso de sustancias químicas (Fertilizantes, herbicidas, etc.) está bastante generalizado, pero se aplican sin fundamento de investigación regional. En estos casos, el enfoque de investigación, debe ser generar una tecnología que haga racional el uso de estos insumos.

En otras regiones, aumentos sustanciales con los rendimientos unitarios, solo pueden lograrse por el uso de sustancias químicas provenientes de la ciencia moderna. En estos casos, de vuelta la investigación, debe generar conocimientos que conduzcan a su uso racional. Cuando se quiere generar tecnología para una región en la forma convencional, o sea por disciplinas, el entomólogo, el edafólogo, etc., tiene la gran limitación de que no se pueden estudiar las interacciones entre los factores. Esta interacción es más crítica en ciertas condiciones ecológicas (agricultura de temporal).

Lo anterior quiere decir que la respuesta a los estímulos estudiados, será diferente de acuerdo al nivel que se presentan los demás factores de la producción, es decir, el nivel de respuesta dependerá del nivel de insumos que se usó. Ejemplificando de nuevo, el genotipo más rendidor será diferente de acuerdo al nivel de insumos que se use.

El mismo autor agrega que existen dos formas de hacer investigación: Una es, si nos interesa sólo el fenómeno en sí, la manera en que éste se presenta, haciendo abstracción de la influencia de los factores ecológicos y que tendría que realizarse en los campos experimentales o en pocos sitios bien localizados. Esto es el método metafísico de conocer la realidad.

Por lo contrario, cuando nos interesa conocer las relaciones del fenómeno con el medio ecológico, debe realizarse el trabajo muestreando la variabilidad existente.

Esto es, no se puede lograr en los campos experimentales, sino solamente en las parcelas de los agricultores. Este es el método dialéctico de conocer la realidad.

Ortiz y Cuánalo (1978), realizaron un estudio sobre el efecto del suelo y el clima sobre la producción de maíz en el área de influencia de Chapingo bajo diferentes niveles de manejo. El trabajo se realizó en la región oriental del Valle de México, donde se diseñaron y se localizaron 11 experimentos de campo para probar tres tratamientos, los cuales se describen a continuación:

1. El primero es el tratamiento testigo, con el nivel de manejo mas bajo y corresponde a cero kg de nitrógeno por ha, cero kg de fósforo por ha y 30,000 plantas por ha (00-00-30).
2. El segundo corresponde al manejo que para esta zona se considera cercano a la dosis óptima y consta de 60 kg de nitrógeno por ha, 40 kg de fósforo y 40,000 plantas por ha (60-40-40).
3. El tercer tratamiento corresponde, al manejo más intenso en cuanto a fertilización y población.

En éste tratamiento, se considera que no existe ninguna limitación en nutrimento ni en población.

El tratamiento consta de 60 kg de Nitrógeno por ha; 40 kg de Fósforo y 50,000 plantas por ha, más 10 toneladas de Gallinaza por ha (60-40-50+10G).

Para cada uno de los niveles de manejo y siguiendo el intento de obtener modelos con el mínimo de variables del ambiente que aplicasen al máximo la producción de maíz, se buscaron relaciones mediante el cálculo de coeficientes de correlación entre una y dos variables del ambiente y la producción del maíz.

Tomando como base los coeficientes de la correlación, se calcularon también ecuaciones de regresión para establecer la forma en que se asocia la producción del maíz con el ambiente.

Concluyeron los autores que la producción de maíz en grano, está determinada por las condiciones ambientales en que se desarrolla el cultivo, pero bajo distintos manejos son diferentes las propiedades ambientales de las que depende la producción.

A medida que el manejo de los cultivos es menos intenso, las propiedades de los suelos juegan un papel mas importante en su producción. Es de esperarse también, que a medida que la precipitación sea más limitativa, las propiedades del suelo estarán más relacionadas con la producción.

Aldrich y Leng en 1974, mencionan que la carencia de principios nutritivos, es más evidente cuando todos los demás factores favorecen el crecimiento rápido del maíz. Es difícil interpretarlos en condiciones de sequía extrema y con un tiempo frío o húmedo.

En estas circunstancias puede haber un síntoma que indique la falta de un principio nutritivo, pero posiblemente esto no signifique, que se debería haber empleado más fertilizante o un fertilizante diferente.

Por ejemplo, durante un período corto las plantas jóvenes expuestas a un tiempo frío y húmedo, pueden presentar síntomas de deficiencia de Fósforo, incluso aunque se haya aplicado la cantidad necesaria para complementar el contenido de este nutrimento revelado por el análisis de suelo.

Después de treinta días sin llover, se han observado síntomas de deficiencia de Nitrógeno en un suelo de pradera en que se habían aplicado 313 kg del nutrimento antes de la siembra. Una cantidad de Nitrógeno adicional no habría impedido la deficiencia. El Nitrógeno se encontraba demasiado cerca de la superficie y no había habido humedad suficiente para transportarlo hasta las raíces.

2.2. Fertilización Química en Maíz.

Núñez (1984), indica que de las diferentes actividades agrícolas, el uso de los fertilizantes químicos es el más reciente, pues en México tiene apenas unos 30 años y en la agricultura de subsistencia solo 20 años. No obstante, la aplicación de fertilizantes químicos, es uno de los insumos más costosos y de mayor influencia en el rendimiento, por ello la importancia de su uso correcto.

Mediante investigación de campo pueden determinarse las mejores técnicas para el uso de los fertilizantes, pero el trabajo requerido y la incertidumbre de la reproducibilidad de los resultados, aumenta a medida que la disponibilidad de agua es más limitada.

La Dosis Optima Económica (D.O.E.) media calculada es correcta siempre y cuando los factores que definen al agroecosistema se mantienen razonablemente constantes a través de los años. Esta suposición puede ser aceptable para Nitrógeno en un terreno que ha logrado un punto de equilibrio para este nutrimento, después de muchos años de llevar el mismo manejo.

En cambio el Fósforo puede irse acumulando en el suelo, si año tras año se fertiliza con éste y el cultivo extrae solo una fracción del Fósforo aplicado. Con el tiempo puede cambiar el genotipo y otros aspectos del manejo.

Existen circunstancias especiales que en un momento dado pueden hacer variar la dosis recomendable de fertilizante:

- 1). Limitación de crédito.
- 2). Aplicación no oportuna, menor eficiencia del fertilizante.
- 3). Abono orgánico + Fertilizante. (Diferente Dosis Optima Económica).

Agrega que la metodología seguida hasta la fecha en la generación de recomendaciones de fertilización, ha reportado sin duda, importantes avances. Sin embargo, para lograr mayor precisión y aplicabilidad de las recomendaciones a casos específicos, es necesario investigar la dinámica del agroecosistema a través del tiempo:

- a). Las transformaciones químicas y movilización de los fertilizantes en el perfil del suelo.
- b). Tasas de desarrollo y absorción de nutrientes por las plantas.
- c). Influencia del clima en los 2 conceptos anteriores.
- d). Alcances de las características del manejo de los insumos, especialmente del fertilizante, como medio para incrementar la productividad agrícola.

Chávez (1988), en su trabajo de Dosis Optima Económica de N-P y Densidad de Población en Maíz de Temporal, en donde los objetivos fueron los de generar tecnología de producción en

Maíz, para complementarla con la que se aplica y determinar el óptimo económico de Nitrógeno, P_2O_5 y Densidad de Población en los tipos de suelos más generalizados; concluyó que los mejores tratamientos fueron: en Mascota 100-46-00-65.

En Ahualulco 100-46-00-55; y en Atenguillo 100-92-00-55, para Nitrógeno, P_2O_5 y K_2O en kg por ha y plantas por ha respectivamente.

Ortiz (1963), Encontró que los suelos en el Valle de Guadalajara, presentan en su gran mayoría texturas arenosas o migajones arenosos y que la textura aunada a una precipitación que alcanza un promedio de 886 mm anuales, es lo que origina que los fertilizantes nitrogenados que se usen estarán sujetos a pérdidas por percolación, y será de mayor intensidad cuando esta práctica se realiza en una sola aplicación.

Existen innumerables citas en donde se reporta la respuesta del maíz a la fertilización nitrogenada (Estrella, 1971; Sandoval, 1975; García, 1984; Viets, 1965, etc.). Entre los autores que no han encontrado respuesta a la fertilización nitrogenada en base a las épocas de aplicación son: Larson y Konke, y Nelson (citados por Sandoval, 1975).

Se tiene experiencia en México de que la textura y la precipitación, son dos factores que deben tomarse en cuenta para determinar el tipo adecuado de aplicación de nitrógeno (Laird, 1966; González, 1975).

Sin embargo, aunque se da por hecho la fertilización nitrogenada en el maíz, existen algunos autores como Aldrich y Leng (1974) que mencionan, que esta respuesta será relativa dependiendo del cultivo precedente.

Palacios (1988), llegó a las siguientes conclusiones en su trabajo de tesis de Maestría, al probar dos niveles de Nitrógeno "con" y "sin":

1. La relación entre Nitrógeno y Rendimiento es significativa y positiva; sin embargo es notable la influencia que ejerce sobre el rendimiento el propio potencial productivo del suelo.
2. La relación entre Nitrógeno y altura de planta, es alta y significativa cuando se fertiliza.

3. La época de aplicación del fertilizante nitrogenado fue más relevante que la dosis.
4. La labranza es más relevante que los insumos cuando no se fertiliza.
5. Cuando se fertiliza el maíz, la labranza y los insumos son igualmente relevantes.
6. La acumulación de Materia Seca al final del ciclo, es mayor en las plantas fertilizadas.
7. En general la altura de la planta no se vio afectada por la fertilización.
8. La correlación entre materia orgánica incorporada al suelo y el rendimiento, fue más alta cuando se fertilizó.

2.3. Fertilizantes Nitrogenados.

Los fertilizantes nitrogenados se clasifican en tres tipos: Nítricos, Amoniacales y Orgánicos (Tisdale y Nelson, 1970). Los nítricos y sales de amonio son prácticamente los únicos que se asimilan directamente por su gran movilidad en el suelo. A veces el nitrógeno orgánico en moléculas simples lo es también (Jaba y Vexkull, 1973).

La forma de asimilación nítrica o amoniacal, está en función de la especie, condiciones del manejo, pH del suelo, etc. Las gramíneas jóvenes prefieren al amonio (NH^{+4}) y cuando envejecen, asimilan preferentemente los nitratos (NO_3). En el espigamiento, una fertilización tardía debe hacerse en forma de nitratos.

En suelos ácidos las plantas se adaptan mejor a un abastecimiento amoniacal. El maíz absorbe casi todo el nitrógeno en forma de nitrato (NO_3^-), pero el nitrato solo puede almacenarse en el suelo en pequeñas cantidades a causa de la lixiviación y la desnitrificación (Tisdale y Nelson, 1970). Por lo tanto la mayor parte del Nitrógeno utilizado por el maíz, debe llevarse a la forma de nitrato durante la estación de crecimiento (Aldrich y Leng, 1974).

2.3.1. Reacciones químicas en el suelo de algunos fertilizantes nitrogenados.

Nitrato de Amonio. La mitad amoniacal del nitrato total se comporta como iones (NH^{+4}). Una parte permanece en la solución del suelo. La mayoría de los iones (NH^{+4}), se adhieren a las cargas negativas de las arcillas y de la materia orgánica.

Algunos quedan atrapados entre las láminas de cierto tipo de arcilla. Otros se combinan con iones cargados negativamente, para formar cloruro de amonio NH_4Cl , Sulfato de Amonio, $(\text{NH}_4)\text{SO}_4$, etc.

La mitad del nitrato del nitrógeno puede seguir éstos caminos:

- a). Absorción por las raíces de las plantas.
- b). Desplazamiento hacia abajo y arriba por el agua del suelo.
- c). Desnitrificación, (después de la desnitrificación puede perderse en forma de gas).

Urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$. La Urea es muy soluble y en un período de tiempo corto se desplaza libremente hacia arriba y hacia abajo con la solución del suelo, casi en la misma forma que los nitratos. Una pequeña cantidad se adhiere a la arcilla y a la materia orgánica y no se mueve.

La Urea se convierte en amoniaco (NH_3) químicamente o mediante la enzima ureasa. En lo sucesivo se comporta como el NH_3 del amoniaco anhidro, significa que toma rápidamente un ión hidrógeno (H^+) y se convierte en amoniaco (NH_4^+).

Si la conversión de la urea sólida o líquida se realiza en la superficie, parte del NH_3 se pierde en el aire en forma de gas. El amoniaco reacciona con el agua produciendo un medio alcalino, que promueve la pérdida de nitrógeno.

La cantidad perdida es máxima:

- En suelos ligeramente ácidos.
- A medida que aumenta la temperatura.
- Cuando se aplican dosis que oscilan entre 112 y 224 kg.

Varios estudios demuestran que las pérdidas de nitrógeno causadas por la aplicación superficial de urea, pueden resultar serias si prevalecen todas las condiciones desfavorables en suelos arenosos, con baja capacidad de intercambio. (Aldrich y Leng, 1974).

2.3.2. Funciones del Nitrógeno en la planta.

Las plantas absorben la mayor parte del nitrógeno en la forma de iones amonio (NH_4^+) o de nitrato (NO_3^-). Con la excepción del arroz, la mayoría de los cultivos agronómicos absorben la mayor parte del nitrógeno en la forma de nitrato.

De las funciones del nitrógeno en la planta, están las siguientes.

- El nitrógeno es necesario para la síntesis de clorofila.
- Tiene un papel en el proceso de fotosíntesis.
- Ayuda al cultivo a realizar la absorción de nutrientes, (utilizando luz solar como fuente de energía).
- El nitrógeno es también un componente de las vitaminas y sistemas de energía de la planta.
- Aumenta el contenido de proteínas en las plantas. (Aldrich y Leng, 1974).

2.3.3. Síntomas de deficiencia de N en la planta.

- Clorosis, (amarillamiento de las hojas por una disminución en la clorofila). Comienza en las hojas viejas, y luego en las jóvenes a medida que la deficiencia se hace más real.
- Cantidades inadecuadas de Nitrógeno producen bajos niveles de proteínas en la semilla y puntos vegetativos de la planta.
- Las plantas deficientes en Nitrógeno tienden a atrofiarse, crecen más lentamente y producen menos hijuelos que lo normal.

El maíz fertilizado en forma adecuada con Nitrógeno tendrá un porcentaje de agua menor que el maíz con insuficiencia de Nitrógeno (Instituto de Fósforo y Potasa, 1998).

2.3.4. Nitrificación y Desnitrificación.

Bajo condiciones que favorezcan el crecimiento de las plantas, la mayor parte de N amoniacal será convertido en N nítrico por las bacterias nitrificantes. Este proceso se denomina "nitrificación".

Es importante por tres razones:

1. Los nitratos son utilizados inmediatamente tanto por los cultivos como por los microorganismos.
2. Los nitratos tienen movilidad alta y se desplazan libremente con el agua del suelo. De modo que pueden ser lixiviados del perfil, más profundamente en los suelos arenosos que en los suelos de texturas finas, con drenaje moderado y alta pluviosidad.
3. Los nitratos se pueden perder por "desnitrificación", un proceso mediante el cual los nitratos son reducidos a óxido nitroso o nitrógeno elemental perdiéndose en la atmósfera como un gas.

La desnitrificación normalmente ocurre en suelos altos en materia orgánica, bajo períodos largos de inundación y con temperaturas altas.

2.4. Fertilizantes Fosforados.

El fósforo (P) es esencial para el crecimiento de las plantas. No existe ningún otro nutriente que pueda sustituirlo. Las plantas deben tener P para completar su ciclo normal de producción. El contenido de P de los fertilizantes se expresa como equivalente de P_2O_5 , aún cuando no se presenta como tal en los fertilizantes. El P_2O_5 es la designación corriente del contenido relativo de fósforo. Para convertir el P en P_2O_5 , simplemente se multiplica por el factor 2.29. Para convertir de P_2O_5 a P, se multiplica por el factor 0.43. (Instituto de Fósforo y Potasa, 1988).

Las plantas absorben la mayor parte del P que necesitan como ión ortofosfato primario ($H_2PO_4^-$). También absorben cantidades menores del ión ortofosfato secundario (HPO_4^{2-}).

El pH del suelo influye enormemente en la proporción con que estos iones son absorbidos por la planta. Otras formas de P también pueden ser utilizadas, pero en cantidades mucho menores que los ortofosfatos. (Aldrich y Leng, 1974).

2.4.1. Funciones del Fósforo en las Plantas.

El Fósforo (P) actúa en la fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía, división celular, alargamiento celular y muchos otros procesos de la planta viviente. Promueve la formación temprana del crecimiento de las raíces. El P mejora la calidad de numerosas frutas, verduras y cereales. El P es vital para la formación de semillas.

La concentración de P es más alta en la semilla que en cualquier otra parte de la planta madura; permite a las plantas soportar inviernos rigurosos; aumenta la eficiencia de uso del agua; acelera la madurez, lo cual es importante para la cosecha y la calidad del cultivo; contribuye a aumentar la resistencia a las enfermedades en algunas plantas.

2.4.2. Síntomas de Deficiencia del Fósforo.

El primer síntoma de falta de P es una planta atrofiada; las hojas pueden deformarse; con deficiencia severa, se pueden producir áreas necróticas en las hojas, frutos y tallos. Las hojas más viejas quedan afectadas antes que las jóvenes. A menudo se observa un color rojizo en las plantas de maíz deficientes en fósforo. Esto también ocurre en otros cultivos, especialmente cuando las temperaturas del medio ambiente son bajas. Los síntomas visibles, aparte de la atrofia en crecimiento y bajos rendimientos, son en general menos claros que los síntomas de deficiencia producidos por N y K. Antes que la planta alcance la altura de la rodilla, el sistema radicular resulta totalmente ineficaz para absorber P.

Por lo tanto cualquiera de los siguientes factores pueden ocasionar una deficiencia en la planta:

1. Una cantidad insuficiente de P en el suelo o en la franja fertilizada.
2. Suelo frío y demasiado húmedo o demasiado seco.

3. Suelo compactado como para restringir el crecimiento de las raíces.
4. Raíces cortadas por los dientes de la cultivadora, la cuchilla de la fertilizadora lateral de cobertura o los insectos del suelo.

Los síntomas de deficiencia de P casi siempre desaparecen cuando las plantas alcanzan una altura entre 60 y 70 cm incluso en suelos con bajo contenido de P (Aldrich y Leng, 1974).

2.4.3. Movilidad del Fósforo en el Suelo.

La capa arable de la mayoría de los suelos contiene entre 800 y 1600 kg de Fósforo por ha, combinado con otros elementos (la mayoría en forma no disponible para las plantas). Sólo una cantidad muy pequeña del P total del suelo se encuentra en solución en un momento dado, por lo general menos de 4 kg/ha.

Para que un suelo produzca altos rendimientos debe reabastecer o mantener un nivel de P adecuado en solución. El P se mueve muy poco en la mayoría de los suelos. Por lo general se queda en el lugar en que es puesto ya sea por la intemperización de los minerales o por la fertilización. De modo que, el P que se pierde por lixiviación es muy poco, si bien es cierto que éste se mueve con mayor facilidad en los suelos arenosos que en los arcillosos. Las pérdidas importantes de P ocurren únicamente por escurrimiento o por la remoción efectuada por las plantas. (Potash & Phosphate Institute, 1988).

2.5. Fertilización Potásica.

El maíz necesita grandes cantidades de K, esencial para su crecimiento vigoroso. Todos los suelos de cultivo, excepto los arenosos, poseen enormes cantidades de K dentro de la profundidad de arraigo del maíz, sin embargo, solo del 1 al 2% es asimilable.

El K no se pierde por lixiviación como el N, ni se fija en el mismo grado que el P en compuestos no asimilables o de asimilación lenta. No está demasiado involucrado en actividades biológicas del suelo. (Aldrich y Leng, 1974).

En lo que respecta al K, en el ciclo P.V. 1987, se establecieron estudios para evaluar la respuesta del maíz a este nutrimento. Las primeras experiencias muestran, que la respuesta puede ser económicamente costeable bajo determinadas condiciones de suelo y manejo del cultivo. Los resultados obtenidos en los municipios de Mascota, Ahualulco y Atenguillo, indican que el óptimo económico para este nutrimento, puede variar de 0 a 75 kg/ha de K_2O .

En la actualidad se busca la confirmación de estos resultados, prestando especial atención a aquellos factores de suelo y manejo que pudieran estar asociados con la respuesta a potasio. (Productividad de Agrosistemas, CIFAP-JAL. 1988).

El potasio entra en la planta de maíz en la forma de ión K^+ . Solamente un tercio del potasio de las partes aéreas se encuentra en el grano, 15 kg de K_2O (12.4 kg de K) en 2500 kg. de maíz. El mismo cultivo, cuando se cosecha para ensilaje, contiene 50 kg de K_2O (41.5 kg de K) que regresa en parte al suelo con el estiércol.

2.5.1. Funciones del Potasio en la planta.

El Potasio (K) es vital para la fotosíntesis que disminuye cuando hay deficiencia de éste. A medida que el potasio se hace deficiente la respiración de la planta aumenta. El K es esencial en la síntesis de proteínas. Ayuda a la planta a hacer un uso más eficiente del agua, promoviendo la turgencia para mantener la presión interna de la planta. Es importante en la formación de frutos, en la translocación de metales pesados tales como Fe y en el balance iónico. Activa enzimas y controla la velocidad de reacción. Mejora la calidad del cultivo. (Potash & Phosphate Institute (PPI), 1988).

2.5.2. Síntomas de Deficiencia de Potasio.

Un síntoma de deficiencia, generalmente se observa en el momento en que la planta tiene una altura de 31 cm e inmediatamente antes de la emergencia de las panojas. Los márgenes de las hojas se ponen amarillas y se marchitan, comenzando por las puntas de las hojas inferiores. Esta es la deficiencias más específica y fácil de reconocer.

Las condiciones que favorecen la deficiencia de potasio, son suelos arenosos muy meteorizados (suelos viejos desde el punto de vista geológico) orgánicos; gran remoción por el cultivo anterior (alfalfa, ensilaje de maíz); suelo húmedo o compactado. La deficiencia del potasio hace que las plantas crezcan lentamente, presentando un sistema radical con desarrollo pobre. (Aldrich y Leng, 1974).

Lo tallos son débiles y el vuelco de las plantas es común. Las semillas y los frutos son pequeños y arrugados, y las plantas presentan baja resistencia a las enfermedades (PPI,1988).

2.5.3. Problemas en la planta.

El doblamiento del maíz es un problema serio que puede reducir la ganancia de los agricultores de muchas maneras:

- Rendimientos bajos y más problemas en la cosecha.
- Cosecha más lenta y retrasada.
- Mal uso y desgaste del equipo.
- Labranza del suelo y fertilización retrasada.

Alta resistencia al doblamiento y buenos rendimientos son características especialmente importantes de un híbrido de maíz. Los científicos han demostrado que niveles adecuados de (K_2O) son importantes para controlar el doblamiento y el rendimiento. El Potasio es requerido en grandes cantidades por el cultivo del maíz y juega un papel importante en varias reacciones químicas en la planta.

Altos niveles de nitrógeno (N) también son importantes en altos rendimientos de maíz obtenidos hoy en día, pero si este alto nivel de nitrógeno (N) no es balanceado con potasio (K) adecuado, puede causar doblamiento.

Un nivel adecuado de potasio resulta en tallos más fuertes y gruesos con mayor resistencia al doblamiento. Esto también promueve tallos más sanos que facilitan el movimiento del agua y nutrimentos por el tallo durante el desarrollo del grano.

Otras condiciones pueden contribuir también en un aumento en el doblamiento. Entre otras posibilidades están: daño por insectos, población excesiva del híbrido seleccionado, luz inadecuada, déficit de humedad o fitotoxicidad de herbicidas, especialmente cuando el potasio está también en niveles bajos. (Potash & phosphate Institute, 1988).

El potasio puede presentarse bajo cuatro formas distintas en el suelo: 1.) Un pequeño porcentaje del potasio total pueden utilizarlo los pelos radiculares. 2.) 1 a 2% del potasio total retenido en la superficie de las partículas de arcilla y materia orgánica, se asimila rápidamente. 3.) 1 a 2% del potasio total retenido dentro de los minerales arcillosos, es liberado lentamente. 4.) 90 a 98% del potasio total, que se encuentra en fragmentos de rocas no mineralizadas, no es asimilable.

A diferencia del Nitrógeno y el Fósforo, el potasio no está involucrado en los complejos cambios biológicos del suelo. Permanece en solución en las plantas vivas y se mueve libremente hacia las reacciones de intercambio, a medida que se añaden al suelo residuos vegetales o estiércol.

Una baja cantidad de potasio junto con una alta cantidad de nitrógeno aumentan la frecuencia del tizón de la hoja, causado por el *Helminthosporium* de la podredumbre del tallo del vuelco. El potasio parece tener efecto directo en la reducción de estos trastornos. El cloro del cloruro de potasio (KCl), también reduce la podredumbre del tallo y del vuelco.

En algunos cultivos las grandes aplicaciones de potasio, aumentan las deficiencias de magnesio. En maíz no se ha registrado ningún caso en el que el potasio redujera el rendimiento por inducir una deficiencia de magnesio. (Aldrich y Leng, 1974).

2.5.4. Fuentes de Potasio.

Cloruro de Potasio (KCl). La sal simple de potasio (K) y el cloro (Cl), constituye el 90% del fertilizante potásico, generalmente contiene entre 60 y 62% de K_2O (49.8 a 51.1% de K).

Sulfato de potasio (K_2SO_4). Es una sal blanca con 48 a 50% de K_2O (39.8 a 41.5% de K), y no presenta ventajas para su empleo en maíz, a menos que se conozca la existencia de una deficiencia de azufre. Pero incluso en este caso, puede resultar menos costoso emplear cloruro de potasio y comprar el azufre en alguna otra forma.

Nitrato de Potasio (KNO_3). Contiene 13.8% de nitrógeno y hasta 46.6% de K_2O (38.7% de K), se utiliza principalmente en cultivos donde el uso de cloro es inconveniente, pero no tiene ninguna ventaja agronómica sobre el muriato en cuanto a fuente de potasio sobre el maíz. Es apropiado para su empleo en fertilizantes líquidos.

Sulfato de Potasio.Magnesio. ($K_2SO_4.MgSO_4$ + Agua y Cloruro de Magnesio). Este fertilizante contiene entre 22 y 23% de K_2O (18.3 a 19.2% de K), entre 18 y 19% de MgO (aproximadamente 11% de Mg), y azufre. Se utiliza en cultivos especiales y en suelos donde se requieren los tres nutrimentos: potasio, magnesio y azufre.

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1. Descripción del área de estudio.

3.1.1. Localización Geo-política.

El presente trabajo se realizó en el ejido de Nextipac. El área de estudio se encuentra en el Valle de Zapopan, comprendido dentro del municipio que lleva el mismo nombre.

El Valle de Zapopan, se localiza en la región centro del Estado de Jalisco y pertenece al área de influencia del Distrito de Desarrollo Rural número 1. (Clasificación del Departamento de Economía del Estado de Jalisco).

El Municipio de Zapopan se encuentra limitado por nueve municipios: al Norte con San Cristobal de la Barranca y Tequila; al Este con Ixtlahuacán del Río y Guadalajara; al Sureste con Tlaquepaque; al Sur con Tlajomulco de Zúñiga; al Suroeste con Tala; al Oeste con Arenal y al Noroeste con Amatitán.

El ejido de Nextipac, se encuentra limitado como sigue: al Norte con el ejido Santa Lucía y Tesistán; al Sur con Santa Ana Tepetitlán, La Venta del Astillero y La Primavera; al Este con San Juan de Ocotán, Nuevo México y San Isidro y al Oeste con Santa Cruz del Astillero. (Guzmán, 1991).

3.1.2. Localización Geográfica.

El Valle de Zapopan está ubicado geográficamente entre los meridianos $103^{\circ}35'$ y $103^{\circ}23'$ de Longitud Oeste y entre los paralelos $20^{\circ}54'$ y $20^{\circ}42'$ de Latitud Norte, a una altura aproximada de 1580 msnm.

El área de estudio comprendida en el ejido de Nextipac, se ubica dentro de las coordenadas Latitud Norte $20^{\circ}47'$ y Longitud Oeste $103^{\circ}29'$, con una altura media de 1640 msnm.

3.1.3. Clima.

De acuerdo con los datos obtenidos en la estación termopluviométrica de Nextipac* y en atención a la clasificación de Thornthwaite, el clima del lugar se clasifica como semi seco en otoño invierno, templado cálido en primavera, con moderada deficiencia de agua y subhúmedo lluviosos en verano con baja concentración de calor, registrándose una nubosidad moderada en los meses de julio y agosto. (Aguayo, 1989).

En la producción agrícola intervienen diversos factores como: los climáticos, edáficos, bióticos y genéticos en interacción con la actividad humana. Dentro de las variables de clima, las más relevantes desde el punto de vista biológico son: humedad y temperatura (Palacios. 1988), por lo cual son las que se analizan a continuación.

3.1.3.1. Precipitación.

La frondosidad de la vegetación así como la producción de los cultivos requieren agua para sobrevivir. La precipitación es uno de los elementos con mayor relevancia en la agricultura de temporal. En la mayoría de los casos, es el factor clave para la obtención de altos rendimientos. Puede decirse que la producción de cultivos en áreas de temporal, está determinado por la cantidad y oportunidad del agua de lluvia en una alta proporción. (Villalpando, 1985).

La precipitación media anual registrada para el Valle de Zapopan es de 876.4 mm (se tomaron datos de 20 años de la estación climatología del Colegio del Aire en el municipio de Zapopan). Como nota 1 mm de lluvia, indica que ha caído 1 L de agua en una superficie de 1 m².

En 1989 la precipitación media anual en esta región, fué de 651.9 mm, presentándose las mayores precipitaciones en los meses de julio, agosto, septiembre y parte de octubre (Estación climatológica de Semillas Híbridas en Nextipac).

* Estación Climatológica de Semillas Híbridas S.A. de C.V. Nextipac, Municipio de Zapopan, Jal.1989.

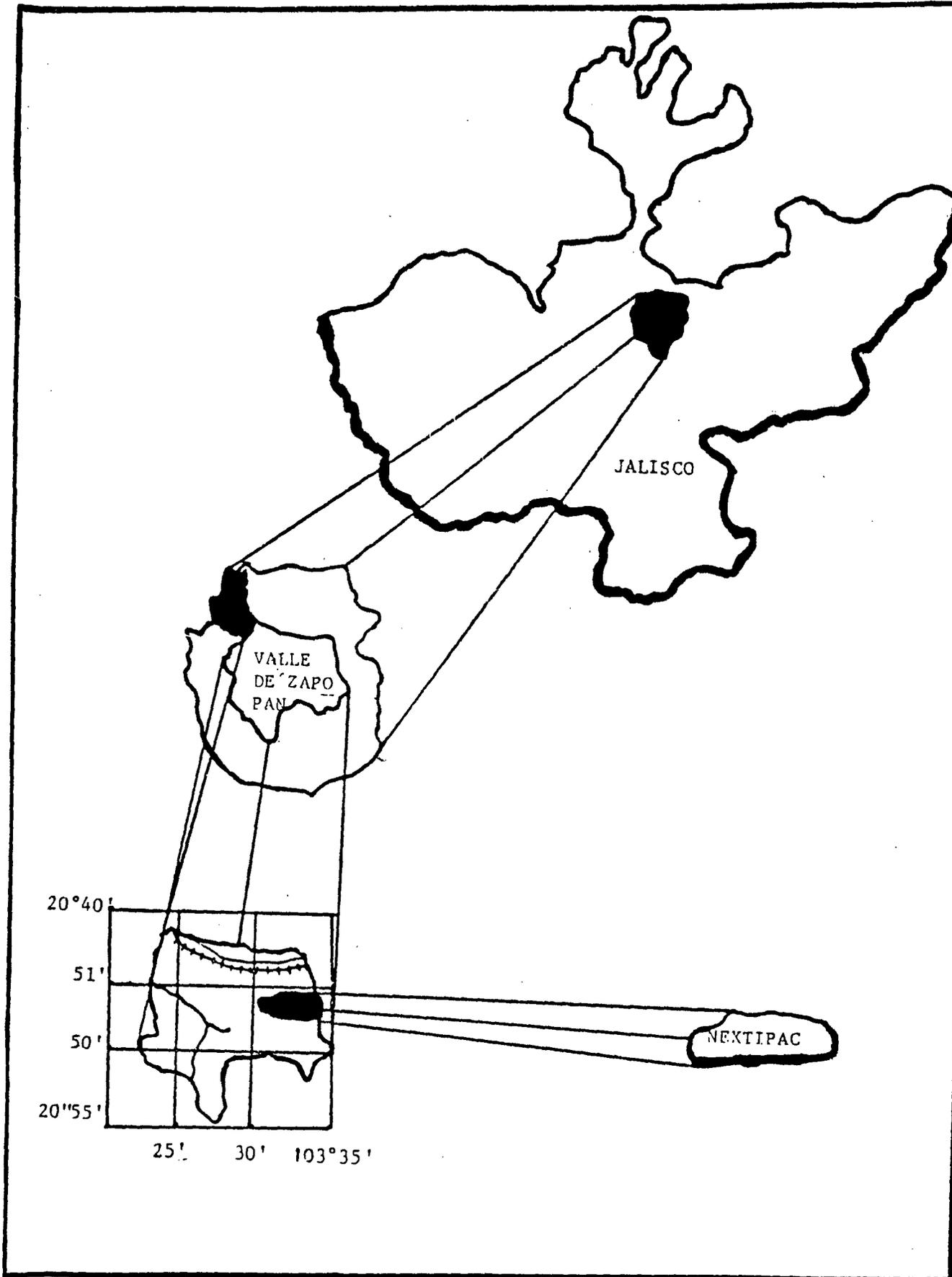


Figura 1. Localización Geográfica del Ejido Nextipac, Mpio. de Zapopan, Jal. 1989

En los meses de julio y agosto es la época en que acontece la floración del maíz y en septiembre y octubre se presenta el llenado de grano. El período de lluvia generalmente inicia en junio y concluye en octubre, con una distribución de tipo modal. La evapotranspiración para éste año fué de 1657.59 mm presentándose las máximas expresiones en los meses de abril y mayo, (Estación climatológica Semillas Híbridas de Nextipac, 1989).

3.1.3.2. Temperatura.

De los parámetros más importantes en la evaluación de los recursos agroclimáticos en una región, es la determinación de los períodos ó estaciones de crecimiento disponibles para el desarrollo de cultivos. La estación de crecimiento básicamente está determinada por la cantidad de agua y temperatura favorables para el desarrollo de cultivos. (Villalpando, 1987).

Uno de los principales factores climáticos limitantes en la producción de cultivos es la temperatura. El punto crítico de la relación temperatura-planta, es cuando ésta se encuentra en anthesis, lo cual ocurre en el mes de julio. Algunos autores de zonas agrícolas con clima templado (Wilsie,1964; Shaw,1977; Martín,1976; Pendleton,1979), concuerdan que la temperatura cercana a la óptima, se encuentra de 20° a 22 C durante el período de desarrollo del maíz.

En el año en que se realizó éste trabajo, las temperaturas máximas registradas, fueron en los meses de mayo, junio y julio. La temperatura media mensual más baja fué de 16.4°C y se presentó en el mes de enero; la más alta es de 25.9°C y fué en el mes de junio; por lo que no se presentaron efectos adversos por temperaturas altas y/o bajas.

3.1.4. Suelos.

Los tipos de suelo que con mayor frecuencia se encuentran en la región de estudio son: Feózem háplico (Hh), Regosol dístrico (Rd), Cambisol crómico (Bc), Luvisol Crómico (Lc), y litosol (L). Enseguida se describen sus principales características. (Palacios, 1988).

Feózem háplico (Hh).- Su característica principal es una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los chernozems y castanozems, pero sin presentar las capas ricas en cal con que cuentan estos suelos.

Regosol dístico (Rd).- Se caracteriza por no presentar capas distintas. En general son claros y se parecen bastante a la roca que los subyace cuando no son profundos. Son suelos infértiles y ácidos.

Cambisol crómico (Bc).- Se caracteriza por presentar en el subsuelo una capa que parece mas suelo que roca, por formarse con ella terrones. Pueden presentar acumulación de algunos materiales como: arcilla, carbonato de calcio, fierro, manganeso, etc., sin que ésta sea muy abundante. Presenta coloración de rojizo a pardo oscuro por tener una alta capacidad para retener nutrientes. Se usa para explotar pastos naturales, inducidos y cultivados y en agricultura para cultivos de granos y oleaginosas principalmente.

Luvisol crómico (Lc).- Se caracteriza por tener semejanza con los acrisoles, en un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo, pero son más fértiles y menos ácidos que estos. Son frecuentemente rojos o claros, aunque también presentan tonos pardos o grises que no llegan a ser muy oscuros; son de fertilidad moderada.

Lítosol (L).- Tiene características muy variables en función del material que lo forma. Pueden ser fértiles o infértiles, arenosos o arcillosos. Su susceptibilidad a erosionarse depende de la zona donde se encuentren, de la topografía y del mismo suelo y puede ser desde moderada hasta muy alta.

3.1.4.1. Composición.

Las características más notables, no obstante que la mayoría de estos suelos presentan texturas ligeras de arenas o migajones arenosos, es de que son capaces de retener un alto porcentaje de humedad, debido a la gran cantidad de poros que presenta la "pómez" sobre la cual descansa y de la cual se ha originado.

Cada partícula individual de arena, principalmente las de granos más gruesos, en sí es como una pequeña esponja, ya que conserva el mismo carácter poroso de la toba, de la cual se deriva. El tipo de arcilla predominante es la caolinita.

Pertenecen también al grupo de la caolinita (haloisita, methaloisita); éstos suelos son arenosos y de origen volcánico. Cubren la mayoría de la superficie del municipio de Zapopan, con textura migajón arenosa en la parte superior, y areno migajón en la parte media inferior.

3.1.4.2. Erosión.

Hídrica.- Se presenta en la mayor parte de los suelos, aunque es más manifiesta en las lomas debido a la poca cohesión que presentan las partículas. Son fácilmente arrastradas por el agua, llegando al grado tal que ya el suelo se esté perdiendo.

De acuerdo con Curiel (1988), los niveles de erosión son: Leve 11%, moderada 82% y alta 7%. Nextipac se encuentra entre la condición leve y moderada.

Eólica.- Durante los meses de febrero y marzo, las corrientes de aire de convección al mediodía, son muy intensas y forman fuertes remolinos. Dado la sequedad que en estos meses guarda el suelo, lo que les da menor cohesión, los suelos se ven arrastrados con violencia.

Según Curiel (1988), la erosión eólica es leve en un 3%, moderada en un 97% y la alta no existe. En Nextipac la erosión eólica se ubica entre leve y moderada.

3.1.5. Vegetación.

De acuerdo a estudios realizados por COTECOCA (SARH) en el municipio de Zapopan se encuentran identificados seis tipos de vegetación, predominando en el área de Nextipac el tipo de **BOSQUE CADUCIFOLIO ESPINOSO**. Dentro de los seis tipos de vegetación, se encuentran identificados ocho diferentes tipos de productividad forrajera.

3.1.6. Aspectos Socioeconómicos.

3.1.6.1. Población.

El primer sujeto de estudio en el desarrollo de una población es su gente, por lo que no es posible separarla del desarrollo agrícola de una región determinada. Para 1978 el número de habitantes ascendió a 1380 en el poblado de Nextipac, habiéndose incrementado en un 183.5% respecto a 1970; mientras el Municipio de Zapopan ascendía a 361,393 habitantes para 1978.

De acuerdo a estas cifras, la población de Nextipac representa en 1978 el 0.38% de la población total del municipio. (Censo General de Población S.I.C., D.E.E., 1970).

3.1.6.2. Población económicamente activa del Sector Agropecuario.

En 1978 la población económicamente activa (P.E.A.) destinada al sector agropecuario en Zapopan, fue de 35,393 habitantes, de los cuales 650 son de pequeña propiedad, representando el 10.2%; 1,847 ejidatarios que representan el 23.1% y 32,897 jornaleros, con una representatividad del 62.1%.

Para éste mismo año, Nextipac contaba con 339 habitantes de la población económicamente activa destinada al sector agropecuario. La distribución de dicho sector de acuerdo con el régimen de propiedad se ilustra en el Cuadro 1. Se hace un contraste con la población total del municipio de Zapopan y los ejidos vecinos de mayor importancia con respecto a la agricultura.

3.1.6.3. Especies cultivadas.

En la región de Nextipac se cultiva principalmente maíz bajo condiciones de humedad residual. Se practican también otros cultivos como: sorgo, caña de azúcar, frijol, avena, camote, huertos de hortalizas y frutales. El propósito de las explotaciones agrícolas, es el autoconsumo familiar y si hay excedentes se comercializan.

En cuanto a prácticas pecuarias, las principales especies son: ganado bovino, porcino y avícola, las cuales tienen propósito de autoconsumo y ventas cuando hay excedentes. En ésta región la comercialización es alta y no existe problema para el abastecimiento de alimentos (Palacios,1988).

3.1.6.4. El maíz como cultivo principal.

En 1987 en el Valle de Zapopan se sembraron 23,534 ha de maíz en condiciones de humedad residual, 2,280 de temporal y solamente 21 ha de riego. En 1989 en Nextipac se sembraron 2,350 ha de humedad residual y 150 ha de temporal aproximadamente. De acuerdo al total de superficie agrícola de Nextipac, representa el 85% para humedad residual y un 11% para temporal; lo que suma un 96% de la superficie agrícola destinada a cultivar maíz. (Guzmán, 1991).

3.2. Metodología.

La estrategia que se siguió para la realización del presente trabajo, fue mediante la asociación con productores para el establecimiento de los experimentos. Esta estrategia se fundamenta en la metodología del "Productor Experimentador" (Villareal y Bierly, citado por Palacios, 1988) y consiste en asociarse con productores y establecer ensayos experimentales, de aquellos aspectos en que los productores consideren que tienen problemas (respeto a la necesidad sentida) evaluando la tecnología disponible ofrecida como alternativa de solución.

De esta forma se pretende sustentar el enfoque de investigación que señala "el conocimiento propio del agricultor puede desempeñar un papel importante en el proceso de desarrollo de la tecnología y su transferencia, por lo que muchos problemas podrían evitarse integrándolo desde la etapa inicial del diseño de esta tecnología". (Palacios, 1989).

En el presente trabajo se estudia la eficiencia de los fertilizantes químicos N-P-K, en base al nivel de fertilidad original de los suelos, a la vez que refleja la intensidad de la respuesta a la fertilización química en el cultivo de maíz.

Cuadro 1. Distribución por superficie en hectáreas del Sector Agropecuario de acuerdo con el régimen de Propiedad, para el Municipio de Zapopan y en tres de los ejidos de mayor importancia agrícola, 1978.

LOCALIDAD	REGIMEN DE PROPIEDAD	AGRICOLAS	FORESTALES	PECUARIAS	IMPRODUCTIVAS	TOTAL
Zapopan	*P.E.	11 095	3 175	9 575	6 691	36 477
	**P.P.	14 612	9 493	15 934	18 903	55 880
Nextipac	*P.E.	1 397	113	131	1 437	1 591
	**P.P.	1 354	520	658	210	2 722
Tesistán	*P.E.	1 071	832	1 719	-----	3 622
	**P.P.	1 429	149	-----	-----	1 578
Venta de Astillero.	*P.E.	960	377	564	-----	1 901
	**P.P.	292	1 044	4 400	1 826	7 562

* Propiedad Ejidal.

(Distrito I. Zap.,SARH.1978).

** Propiedad Privada.

3.2.1. Elección de agricultores y parcelas experimentales.

El estudio se realizó en las parcelas de los propios productores participantes. La selección fue a nivel de productor y de terreno, es decir tratando de encontrar agricultores y terrenos típicos de la región, procurando que los lugares de trabajo estuvieran distribuidos en todo el ejido y que el número de parcelas experimentales fuera mayor en donde hubiera núcleos de tipos de suelo más frecuentes.

3.2.2. Experimentos.

Se establecieron ocho sitios experimentales dentro de las parcelas comerciales de un número igual de agricultores seleccionados. Esta selección se realizó en base a la disposición de los agricultores que participaron con sus parcelas y su experiencia como productores, además de tomar en cuenta lo expresado en el punto 3.2.1. La distribución de los experimentos así como de los tratamientos estudiados, se muestra en el Cuadro 2.

3.2.3. Características de los Experimentos.

3.2.3.1. Tratamientos.

Los tratamientos propuestos en los experimentos son sencillos. Se aprovechó la dosis de fertilización que utilizó el productor en su parcela comercial. De ésta forma, el supuesto es que los resultados son adecuados a las condiciones reales de las parcelas de los productores.

Se establecieron 7 tratamientos, aunque dichos tratamientos no fueron los mismos para cada parcela de cada productor (Ver Cuadro 3). En la Figura 2 se muestra el croquis de la distribución de los tratamientos establecidos en campo. Se identificaron dos tipos de experimentos: Experimentos Tipo 1, en donde los tratamientos a evaluar tienen nitrógeno y fósforo a diferentes niveles, pero sin incluir potasio. Experimentos Tipo 2 en donde la variable de estudio es la aplicación de potasio en las condiciones del productor (Cuadro 4).

En el Cuadro 5 se muestran las dosis de fertilización que utilizó el agricultor en este ciclo 1989. Se hace notar que tradicionalmente estas son las cantidades que aplica normalmente todos los años, a excepción del cloruro de potasio.

3.2.3.2. Establecimiento de los experimentos.

La ubicación de los experimentos se observa en el mapa de la Figura 3. En cinco sitios experimentales se probó la eficiencia tanto de nitrógeno como de fósforo. En dos se evaluó la respuesta a potasio y en uno solo la eficiencia de fósforo (Cuadro 2).

Se observa que no fué posible mantener un solo tipo de ensayo en todos los casos, pues las parcelas experimentales y los tratamientos utilizados se establecieron adaptándose a las condiciones de trabajo de los productores experimentadores y de la forma de la parcela. Sin embargo se considera que la metodología empleada, permite obtener la información para probar las hipótesis planteadas y cumplir con los objetivos señalados.

Cuadro 2. Distribución de los experimentos y tratamientos de fertilización en el ejido Nextipac, Mpio. de Zapopan, Jal. 1989.

AGRICULTOR	POTRERO	TRATAMIENTO
ARTURO VARGAS M.	RANCHO LOS AMIGOS	1, 2, 4, 5
SILVINO ORTEGA L.	EL TRIANGULO	1, 2, 4
FRANCISCO ORTEGA J.	EL TRIANGULO	1, 2, 5
FELIPE VIDAL R.	EL JOCUATOLE	1, 2, 4, 5, 7
JESUS SIERRA A.	EL JOCUATOLE	1, 2, 5
FRANCISCO ORTEGA J.	EL OCOTE	1, 6
SANTIAGO ROSALES G.	EL TRIANGULO	1, 3
JESUS RIVERA R.	EL PALO SANTO	1, 3

Cuadro 3. Relación de los tratamientos que se emplearon en los experimentos del ejido Nextipac. 1989.

NUM	TRATAMIENTO
1.	"AGRICULTOR" (TESTIGO).
2.	"AGRICULTOR - 00 - 00".
3.	" N --- P --- K".
4.	"160 --- 46 --- 00".
5.	" 00 --- 00 --- 00".
6.	" 00 --- P --- 00".
7.	"160 --- 00 --- 00".

NOTA: "Agricultor", se refiere a la fecha de aplicación, cantidad y tipo de fertilizante que normalmente utiliza el productor. (Cuadro 5).

Cuadro 4. Tratamientos utilizados en los experimentos de fertilización para el cultivo de maíz, en el ejido de Nextipac, mpio. de Zapopan, Jal. ciclo P.V. 1989.

TIPO DE EXPERIMENTO	No. TRATAMIENTO	N	P	K
TIPO I	I	00	00	00
	II	160	46	00
	III	*Agric.	00	00
	IV	*Agric Agric	00	(Testigo)
TIPO II	I	*Agric Agric	00	
	II	Agric Agric	36	
	III	Agric Agric	72	
	IV	Agric Agric	108	

* **Agricultor:** Se refiere a la cantidad de fertilizante que aplica el agricultor tradicionalmente, el cual se registra. (Cuadro 5).

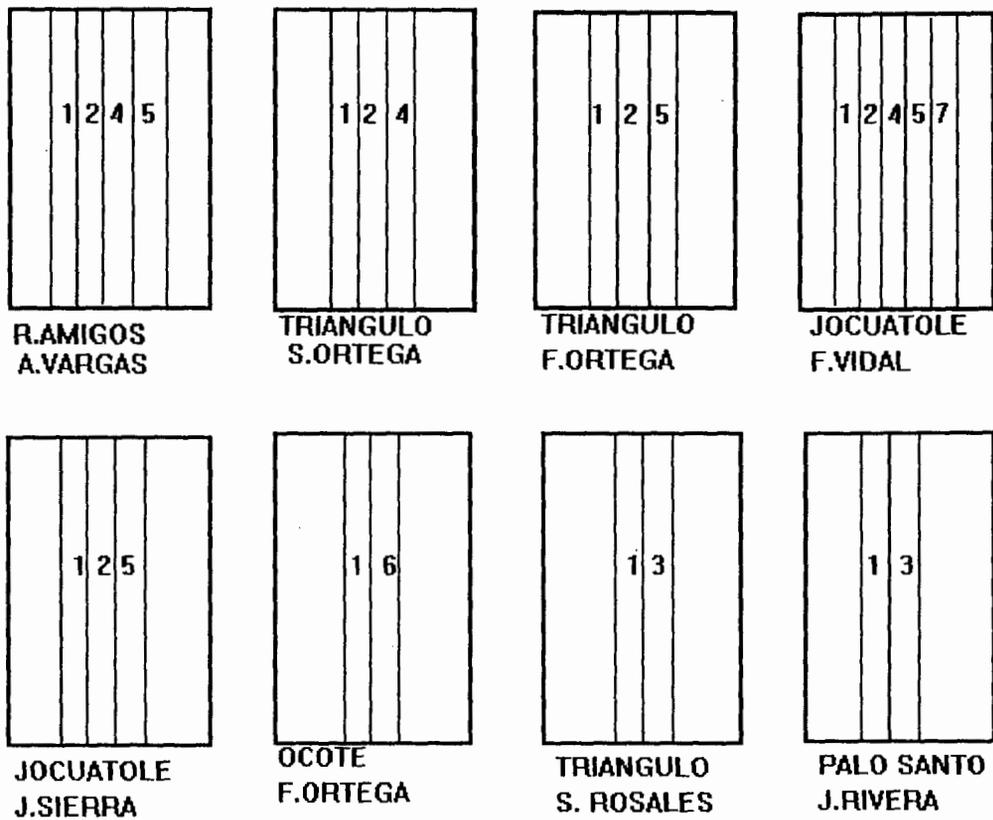


Figura 2. Cróquis de la distribución de los tratamientos establecidos en las parcelas experimentales, del Ejido Nextipac, Municipio de Zapopan, Jal. 1989. (Para clave de tratamiento ver cuadro 3).

Cuadro 5. Niveles de Fertilizante que utiliza normalmente el agricultor en sus parcelas comerciales, Ciclo P.V. 1989.

NOMBRE	N	P	K	FUENTE (kg/ha).
ARTURO VARGAS M.	163	46	-----	UREA 355. TRIPLE 100
FRANCISCO ORTEGA	207	69	-----	UREA 450. TRIPLE 150
SILVINO ORTEGA L.	138	46	-----	UREA 300. TRIPLE 100
FELIPE VIDAL R.	230	92	-----	UREA 500. TRIPLE 200
JESUS SIERRA A.	205	92	-----	UREA 300. Namn 200. TRIPLE 200
SANTIAGO ROSALES	230	92	60* 120* 180*	UREA 500. TRIPLE 200 *CIK 100; 200 y 300.
JESUS RIVERA R.	276	92	60*	UREA 600. TRIPLE 200 *CIK 100.

NOTA: Las Dosis de Potasio marcadas con "*", son las usadas experimentalmente, en condiciones normales los productores de esta región no aplican el Cloruro de Potasio.

3.3. Diseño experimental.

Se seleccionó un diseño que fuera sencillo y se pudiera adaptar a las condiciones de trabajo de los agricultores y a la vez que nos permitiera obtener resultados acertados y confiables, con un error experimental reducido. En base a las condiciones anteriores, se optó por utilizar el diseño experimental de Parcelas Apareadas.

En la parcela experimental se manejaron franjas de seis surcos por tratamiento, con una longitud mínima de 80 m, la distancia entre surcos fué de 0.80 m y la de plantas promedio de 0.22 m. El número de tratamientos establecidos en cada parcela experimental se muestra en la Figura 2.

El área de la parcela útil es la comprendida dentro de los dos surcos centrales, en donde se cosecharon cinco repeticiones de tramos de surco de 10 m en zig-zag, dejando 5m de bordo en cada orilla y dos surcos de bordo a los lados (entre tratamientos).

3.4. Manejo del cultivo en los experimentos.

El manejo del cultivo se realizó de acuerdo con las prácticas del propio agricultor respetando únicamente los tratamientos a los que no se les debía aplicar ningún fertilizante, ó por lo contrario la aplicación de potasio en los tratamientos que lo requirieran. En el Cuadro 6 se muestran las fechas de siembra de las parcelas experimentales.

A través de un vínculo estrecho y constante con el productor, se dió seguimiento a los experimentos permitiendo esta asociación, que toda la información obtenida fuera de la confianza requerida.

En el Cuadro 7 se presentan las principales labores realizadas por los agricultores en las parcelas comerciales. De igual forma, en el Cuadro 8 se muestran los insumos promedio, usados por éstos.

Cuadro 6. Fechas de siembra de los experimentos de fertilización en Nextipac, Mpio. de Zapopan, Jal. 1989.

NOMBRE DEL AGRICULTOR	FECHA DE SIEMBRA
ARTURO VARGAS MADRIGAL	09 DE MAYO DE 1989
FRANCISCO ORTEGA JIMENEZ (TRIANGULO)	05 DE MAYO DE 1989
SILVINO ORTEGA LOPEZ	03 DE MAYO DE 1989
FELIPE VIDAL ROSALES	25 DE ABRIL 1989
JESUS SIERRA ALVAREZ	30 DE ABRIL 1989
FRANCISCO ORTEGA JIMENEZ (OCOTE)	08 DE MAYO DE 1989
JESUS RIVEA RIVERA	28 DE ABRIL 1989
SANTIAGO ROSALES GARCIA	26 DE ABRIL 1989

Cuadro 7. Labores de cultivo promedio realizadas por los productores, en las parcelas experimentales para el cultivo de maíz de humedad residual en Nextipac, Mpio. de Zapopan, Jal. 1989.

LABORES DE CULTIVO REALIZADAS
<ol style="list-style-type: none"> 1). Dos Rastreos. 2). Un Barbecho. 3). Un Rastreo después del Barbecho. 4). Un Arrope o nivelación. 5). Siembra. 6). Fertilización Fosforada. 7). Insecticida al Suelo. 8). Primera escarda. 9). Primera aplicación de fertilizante nitrogenado. 10). Segunda escarda. 11). Aplicación de herbicida. 12). Control Plagas de follaje. 13). Segunda aplicación de fertilizante nitrogenado. 14). Control de maleza manual. 15). Cosecha.

Cuadro 8. Insumos promedio usados por los agricultores cooperantes en las parcelas experimentales. Nextipac, Jal. 1989.

INSUMOS PROMEDIO USADOS	
<p><u>FERTILIZANTES.</u></p> <p>Urea. Superfosfato de Calcio Triple.</p> <p><u>SEMILLAS.</u></p> <p>B-840 Generación Avanzada.</p> <p><u>HERBICIDAS.</u></p> <p>Gesaprim Combi. Gesaprim 500. Márvel. Gramoxone. Primagram. Hierbamina.</p>	<p><u>INSECTICIDAS.</u></p> <p>Furadán 5G.(Suelo). Lorsban 3G.(Suelo). Counter 5G.(Suelo). Lorsban 480 EM.(Follaje). Nuvacrón 60.(Follaje)</p> <p><u>MEJORADORES DE SUELO.</u></p> <p>Hidróxido de Calcio. Gallinaza. Estiércol de Bovino.</p>

3.5. Toma de datos.

3.5.1. En la planta.

A partir de los 15 días después de la emergencia de la planta, se realizaron visitas a las parcelas en donde se establecieron los experimentos, a intervalos de cada 15 días aproximadamente, con la finalidad de observar el comportamiento y aspecto general de la planta a través de las diferentes etapas fenológicas por las que pasaba, comparando el comportamiento general de las poblaciones entre tratamientos.

Este seguimiento se realizó hasta la etapa de madurez fisiológica (en elote macizo), que es la etapa en la que se considera que el desarrollo de la planta y del fruto, ha llegado a su máxima expresión.

En cada visita se tomaban datos sobre el aspecto físico de la planta tales como: altura, número de hojas, intensidad de color, presencia de plagas, enfermedades, vigor, sanidad general y en su momento floración.

Lo anterior se realizó con el supuesto de que la apariencia física de la planta, estaría en función del efecto del tratamiento en el cual se sembró, ya que el manejo que se le dió a los tratamientos, el tipo de suelos, y los efectos climáticos, fueron aproximadamente iguales.

3.5.2. Cosecha.

Las variables que se registraron en campo, cuando se realizó la cosecha, fueron las siguientes:

a). Número de plantas cosechadas. Este dato se tomó con la finalidad de conocer la población real por parcela útil.

b). Número de mazorcas cosechadas. Para detectar el número de plantas horras y saber las plantas reales que obtuvieron producción.

c). **Peso Húmedo de campo.** Es el dato que se toma al momento de la cosecha, siendo el peso del maíz en mazorca con la humedad. Se registra por parcela útil.

Posteriormente para determinar rendimiento, se escogieron 10 mazorcas que representaran a cada parcela útil, con las cuales se obtuvieron los siguientes datos:

- a). % humedad.
- b). % olote.
- c). % grano.
- d). % materia seca.

Para determinar el porcentaje de humedad se sustrajo una muestra de 250 gr de maíz por parcela útil, y se utilizó el determinador de humedad Steinlite modelo SS250.

3.5.2.1. Ajuste de las medias de rendimiento.

Las estimaciones de rendimiento, se ajustaron por medio del modelo para covarianza en bloques al azar.

Reyes (1978), menciona que la covarianza significa la variación simultánea de dos variables correlacionadas (una independiente y la otra dependiente).

Su valor se expresa por:

$$\text{Covarianza} = \frac{xy}{n - 1} = \frac{(X_i - \bar{x}_i) (Y_i - \bar{y}_i)}{G.L.}$$

Fundamentalmente se cubren los siguientes pasos:

1. Análisis de varianza para la variable X.
2. Análisis de varianza para la variable Y.
3. Cálculo de b y x.

4. Obtención de la ecuación de regresión y ajustes de los promedios de la variable dependiente Y.

Usos del análisis de la covarianza.

1. Controlar el error y controlar la precisión.
2. Ajustar medias de tratamientos de la variable dependiente a las diferencias en conjuntos de valores de variables independientes correspondientes.
3. Ayudar a la interpretación de datos, especialmente en lo que concierne a la naturaleza de los efectos de los tratamientos.
4. Particionar una covarianza total o suma de productos cruzados en componentes.
5. Estimar datos faltantes.

3.6. Métodos estadísticos.

Se realizó primero un análisis de varianza para cada experimento y enseguida se realizó un análisis combinado para todos los experimentos y para rendimiento.

3.6.1. Análisis de varianza individuales.

Los resultados de rendimiento obtenidos para cada uno de los experimentos, se analizaron como parcelas apareadas en bloques al azar (Cuadro 9).

El modelo lineal aditivo (Steel and Torrie, 1985; Palacios, 1988), para la composición de cualquier observación, está dado por:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Es la observación en la muestra i-ésima, para el par j-ésimo.

μ = Media general.

β_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

p_j = Efecto del j-ésimo par.

\bar{ij} = Efecto de la interacción del i-ésimo tratamiento en el j-ésimo par.

$i = 1, 2, \dots, 5$ (tratamientos).

$j = 1, 2, \dots, n$ (pares).

3.6.1.1. Comparación de medias.

Para la comparación entre medias de rendimiento, se utilizó la prueba (T) de Duncan al 5% de probabilidad. Esta prueba de significancia, trabaja a partir de la varianza del error experimental, derivando el error típico de la media y multiplicando ésta, por valores indicados en la tabla de Duncan.

Se usó el procedimiento siguiente:

$$E_{tx} = \text{See}/n$$

Donde:

E_{tx} = Error típico de la media.

See = Varianza del error experimental.

n = Número de repeticiones.

Para las comparaciones múltiples se manejó la siguiente ecuación:

$$W = q_{\alpha} [t, (r-1) (t-1)] E_{tx}$$

Donde:

q_{α} = Es un valor de tablas que se encuentra con el número de tratamientos (t) y los grados de libertad del error $(r-1) (t-1)$.

E_{tx} = Error típico de la media.

Finalmente se procedió a calcular las diferencias entre las medias de rendimiento, ordenadas de mayor a menor.

3.6.2. Análisis de Varianza Combinado.

Se utilizó para conocer la interacción entre los tratamientos en los ocho ambientes dentro de los cuales se estableció experimento (ocho agricultores). El modelo a seguir es el que se representa a continuación (Cochran y Cox, 1978; Mc Intosh, 1982; Palacios, 1983).

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \beta_j(k) + \hat{U}_k + (\hat{O} \hat{U})_{ik} + \hat{\epsilon}_{ij(k)}$$

Donde:

- Y_{ijk} = Es la observación del i-ésimo tratamiento, en el j-ésimo par del k-ésimo ambiente.
 μ = Efecto de la media general.
 β_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.
 $\beta_j(k)$ = Efecto del j-ésimo par anidado en el k-ésimo ambiente.
 \hat{U}_k = Efecto del k-ésimo ambiente.
 $(\hat{O} \hat{U})_{ik}$ = Efecto de la interacción tratamientos por ambientes.
 $\hat{\epsilon}_{ij(k)}$ = Efecto del error experimental.
 i = 1.....t,(tratamientos).
 j = 1.....r,(repeticiones).
 k = 1.....a,(ambientes).

En la obtención de los valores de F de tablas, de acuerdo a McIntosh, se tomó a los tratamientos como fijos y a las localidades (agricultores), como aleatorias, realizándose en la forma que se presenta en el Cuadro 10.

3.6.3. Regresión lineal Simple.

El modelo de regresión lineal simple, se usa para comprobar hipótesis sobre la relación entre una variable dependiente "y", y una variable independiente o explicatoria "x". También se utiliza como un medio para hacer predicciones.

Para ecuación de una recta, puede escribirse, $Y = a + bx$; una unidad de variación en "x", produce una variación de "b" unidades en "Y"; así que "b", es una medida de la pendiente de la recta.

Para una línea recta, cualquier par de puntos o la pendiente y el intercepto determinan la posición de la recta en forma única. Los matemáticos llaman a las relaciones $Y = a + bx$, relaciones funcionales para un valor de "x". Una relación funcional le da un valor a "Y" (Méndez,1982; Steel And Torrie, 1985).

En éste trabajo, la regresión simple se utiliza con objeto de conocer la relación funcional entre el rendimiento y los fertilizantes nitrogenados, fosfóricos y potásicos (conocer la Beta 0 y la Beta 1). Cabe hacer la aclaración, de que en la situación que se está tratando el uso de la regresión simple, no tiene como objetivo el hacer predicciones y/o recomendaciones, sino conocer y entender la relación entre los fertilizantes utilizados en los tratamientos y el rendimiento, en cuanto a su eficiencia en la aplicación, es decir conocer el coeficiente de regresión (pendiente).

Cuadro 9. Modelo Estadístico del Análisis de Varianza individual para una distribución en bloques al azar (comparaciones apareadas).

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA
Tratamientos(t)	t-1	$\frac{Y_i.^2}{r} - \frac{Y_{..}^2}{rt}$	$\frac{SC_t}{GL_t}$	$\frac{CM_t}{CMe}$
Repeticiones(r)	r-1	$\frac{Y_{.j}^2}{t} - \frac{Y_{..}^2}{rt}$	$\frac{SC_r}{GL_r}$	$\frac{CM_r}{CMe}$
Error(e)	(t-1)(r-1)	$SC_T - SC_t - SC_r$	SC_e/GL_e	
Total(T)	tr-1	$Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{rt}$		

CUADRO 10. Modelo de Análisis de Varianza Combinado para una distribución en bloques al azar.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA
PARCELAS	P-1	$\frac{Y..k^2}{tr} - \frac{Y...^2}{rtp}$	$\frac{SCP}{GLP}$	$\frac{CMP}{CM_{RP}}$
REPETICIONES POR PARCELAS	P(r-1)	$\frac{Y.jk^2}{t} - \frac{Y..k^2}{rt}$	$\frac{SC_{R/P}}{GL_{R/P}}$	
TRATAMIENTOS	t-1	$\frac{Yi..^2}{rp} - \frac{Y...^2}{rtp}$	$\frac{SCt}{GLt}$	$\frac{CMt}{CMPxt}$
PARCELAS POR TRATAMIENTOS	(P-1)(t-1)	$\frac{Yi.k^2}{r} - FC - SCt - SCp$	$\frac{SCPxt}{GL_{Pxt}}$	$\frac{CMPxt}{CME.Exp}$
ERROR EXPERIMENTAL	P(r-1)(t-1)	$SC_T - SC_r - SC_p - SC_{trp} - SC_{rtp}$	$\frac{SCE}{GLE}$	
TOTAL	trp-1	$Yijk^2 - \frac{Y...^2}{rtp}$		

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

4.1. Análisis de Varianza individual.

Se realizaron análisis de varianza individual para cada parcela, experimentos tipo I y experimentos tipo II (explicados en materiales y métodos). En el experimento tipo I, se involucraron todos los tratamientos de fertilización contenidos en los diversos ensayos experimentales, para su comparación. En el experimento tipo II, se tomaron para compararse, los tratamientos que contenían potasio (N-P-K y N-P-00).

4.1.1. Análisis de los experimentos tipo I.

Los resultados del análisis individual "Experimentos tipo I", se presentan en el Cuadro 11. En el Rancho los "Amigos", con el productor Arturo Vargas, se evaluaron 4 tratamientos: "Agricultor", "160-46-00", "Agric-00-00" y "00-00-00". En ésta localidad no se encontró diferencia significativa al 0.05 y 0.01 de probabilidad para las variables "Bloques" y "Tratamientos", por lo que se acepta en ambas fuentes de variación la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alternante (H_a). Esto significa que todos los tratamientos se comportaron estadísticamente igual (ninguno fue diferente entre sí), es decir que los rendimientos obtenidos no fueron afectados por efecto de los tratamientos. El coeficiente de variación para este experimento fue del 15.17%, lo que indica que la conducción del experimento fue aceptable.

Con los productores, Francisco Ortega en el potrero "El Triángulo" y Jesús Sierra en el potrero "El Jucuatole", se evaluaron los tratamientos "agricultor", "Agric-00-00" y "00-00-00".

En el caso del Sr. Francisco Ortega, no se encontró diferencia significativa para "bloques" y "tratamientos" al 0.05 y 0.01 de probabilidad, por lo que se acepta la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alternante (H_a). Para el caso de bloques, significa que el suelo fue homogéneo y para tratamientos que todos se comportaron iguales entre sí, obteniéndose rendimientos muy similares, por lo que se entiende que no hubo efectos de tratamientos sobre los rendimientos.

1). El tratamiento "Agricultor" es el testigo regional y se entiende como la cantidad y tipo de fertilizante que emplea normalmente el agricultor (Ver Cuadro 5).

Esto es indicio de que existe fósforo disponible acumulado en el suelo, pues los tratamientos en que no se aplicó este nutrimento, tienen un rendimiento ligeramente mayor que el tratamiento que contiene el elemento. Se observa una ligera disminución en los tratamientos en que se aplicó Fósforo (sin ser significativo).

El tratamiento con "Cero" fertilizante obtuvo el mayor rendimiento, logrando 246 kg/ha más que el tratamiento "Agricultor" y 132 kg/ha más que el "Agric-00-00". Esto pone de manifiesto el nivel de fertilidad original del suelo con respecto al rendimiento de maíz. El coeficiente de variación en este caso fue del 12%, que indica que el ensayo se condujo en forma aceptable.

En el caso del Sr. Jesús Sierra, no existió diferencia significativa al 0.05 y 0.01 de probabilidad, tanto para bloques como para tratamientos. Sin embargo se encontró significancia al nivel de 0.1 de probabilidad para bloques y tratamientos, aceptándose la hipótesis alternante (Ha) de que cuando menos un tratamiento es diferente a los demás con un nivel del 90%. Para bloques, se puede observar que también existió variación significativa al 0.1 de probabilidad, entendiéndose que existió heterogeneidad en el suelo, siendo efectivo el bloqueo. Al efectuar la comparación de medias para el rendimiento, se observa que los tratamientos "Agricultor" y "Agric-00-00" forman un primer grupo y los tratamientos "Agric-00-00" y "00-00-00", forman un segundo grupo, siendo el tratamiento "Agric-00-00", común para los otros dos tratamientos.

Se observa cómo donde no se aplicó Fósforo, hay una ligera disminución del rendimiento con respecto a los tratamientos que contienen el nutrimento. Existe una diferencia entre "Agric-00-00" y "00-00-00" de 1.141 ton/ha de maíz.

Aquí se vuelve a manifestar el nivel de fertilidad original del suelo con respecto al rendimiento de maíz. El coeficiente de variación fue de 13.31% por lo que se entiende que se condujo aceptablemente el experimento.

Con el agricultor Silvino Ortega, parcela "El Triángulo", se evaluaron los tratamientos "Agric-00-00", "160-46-00" y "Agricultor". El análisis estadístico resultó no significativo para bloques y tratamientos aceptándose la hipótesis nula (Ho) y rechazándose la hipótesis alternante (Ha), con un nivel de significancia del 95 y 99% de probabilidad.

Esto significa, para el caso de bloques, que el comportamiento del suelo fue homogéneo y para tratamientos que todos son iguales entre sí. Se observa, cómo los tratamientos que contienen Fósforo, tuvieron un rendimiento muy "parejo", con unas diferencia de 80 kg/ha y que el tratamiento que no contiene Fósforo, registró el mayor rendimiento de los tres, con 711 y 791kg/ha de diferencia respectivamente.

En el caso del Sr. Felipe Vidal, Potrero "El Jocuatole", se evaluaron los tratamientos, "160-00-00", "160-46-00", "00-00-00" y "Agricultor". No se encontró significancia tanto en bloques como en tratamientos, con un nivel de significancia del 95 y 99% de probabilidad; se acepta hipótesis nula (H_0) de que todos los tratamientos son iguales, y se rechaza hipótesis alternante, de que cuando menos un tratamiento es diferente. Para el caso de bloques, significa que el suelo fue homogéneo. En este caso se observa, cómo el tratamiento con cero fertilizante obtuvo el rendimiento más bajo con 1.430 ton/ha, con respecto al tratamiento "Agricultor" con 3.915 ton/ha. Los tratamientos con cero Fósforo mostraron rendimientos menores que los tratamientos con fósforo.

En otro caso del agricultor Francisco Ortega, potrero "El Ocote", se evaluaron dos tratamientos: "Agricultor" y "00-P-00"; en donde se encontró diferencia significativa al 95% de probabilidad para tratamientos, aceptándose la hipótesis alternante (H_a), de que $T_1 \neq T_2 \dots T_n$, es decir que los tratamientos son diferentes entre sí, rechazándose la hipótesis nula (H_0).

Para el caso de bloques resultó altamente significativo, (99% de probabilidad), por lo que se acepta hipótesis alternante (H_a) y se rechaza hipótesis nula (H_0), lo que significa que hubo heterogeneidad en el suelo. En la comparación de medias se observa claramente la diferencia entre los dos tratamientos, siendo "00-P-00" el de mayor rendimiento con 460 kg/ha de diferencia, con respecto al tratamiento regional "Agricultor".

4.1.2. Análisis de los Experimentos tipo II.

Los resultados se observan el Cuadro 11. La variable de estudio en este caso, es la respuesta a potasio. Se aplica nitrógeno y fósforo en las cantidades que maneja cada agricultor y se agrega potasio a un tratamiento.

Con el Sr. Santiago Rosales en su potrero "El triángulo", se establecieron cuatro tratamientos: "Agricultor" (testigo regional, sin K), y tres con aplicación de CIK, 60, 72 y 108 kg/ha. No se encontró diferencia significativa para bloques y tratamientos al 95 y 99% de probabilidad. Se acepta hipótesis nula (H_0), lo que indica que no hay diferencia significativa entre aplicar o no potasio para éste caso particular; sin embargo, se observa que en todos los casos en que se aplicó K, el rendimiento fue ligeramente mayor. El coeficiente de variación es de 14.28%, lo cual indica que el experimento se condujo aceptablemente.

Con el agricultor Jesús Rivera en el potrero "El Palo Santo", se evaluaron 2 tratamientos: N-P-K (60 kg/ha de K) y N-P-00 (sin K). En donde no se encontró diferencia significativa para tratamientos al 95 y 99% de probabilidad, por lo que se acepta hipótesis nula (H_0) y se rechaza hipótesis alternante (H_a). Esto es, que ambos tratamientos se comportaron estadísticamente iguales. En este caso el tratamiento sin potasio obtuvo un rendimiento ligeramente mayor (con 228 Kg/ha), que el que tiene potasio. Esto nos puede indicar que la respuesta del elemento es diferente en cada terreno.

Para el caso de bloques, se encontró diferencia significativa al 95% de probabilidad lo que indica que el suelo donde se estableció el experimento, es heterogéneo. El coeficiente de variación en este experimento, fue del 5.37% lo que indica que se condujo muy aceptablemente.

4.1.3. Análisis de varianza individual para pruebas de dos tratamientos, con y sin nitrógeno.

Los resultados de éste análisis se presentan en el Cuadro 12. Con el Sr. Arturo Vargas, Rancho "Los Amigos", no se encontró significancia al 0.05 y 0.01 de probabilidad. Se acepta hipótesis nula (H_0) y se rechaza hipótesis alternante (H_a) de que ambos tratamientos son iguales estadísticamente. Sin embargo se observa, que el tratamiento que tiene nitrógeno obtuvo un rendimiento mayor aunque no significativo, de 873 kg/ha con respecto al que no tiene nitrógeno. Para el caso de bloques no hubo significancia al 95 y 99% de probabilidad. El coeficiente de variación es de 11.76%, lo que indica buena conducción del experimento.

Cuadro 11. Resultados del Análisis de Varianza Individual para rendimiento, en los experimentos de fertilización en Nextipac, Municipio de Zapopán, Jal. Ciclo P.V. 1989.

NOMBRE DEL AGRICULTOR	POTRERO	TIPO DE TRATAMIENTO	CUADRADOS MEDIOS (TRATAMIENTOS)	CUADRADOS MEDIOS (BLOQUES)	COEFICIENTE DE VARIACION (%)
EXPERIMENTOS TIPO I					
A. Vargas	R. Amigos	1,2,4,5	1.24 N.S.	0.65 N.S.	15
S. Ortega	Triángulo	1,2,4	1.23 N.S.	2.98 N.S.	28
F. Ortega	Triángulo	1,2,5	0.0 N.S.	0.88 N.S.	12
F. Vidal	Jocuatole	1,2,4,5,7	1.78 N.S.	1.15 N.S.	38
J. Sierra	Jocuatole	1,2,5	1.63 *	1.86 *	13
F. Ortega	Ocote	1,6	0.53 **	4.49***	4
EXPERIMENTOS TIPO II.					
S. Rosales	Triángulo	1,3	1.53 N.S.	0.74 N.S.	14
J. Rivera	P. Santo	1,3	0.13 N.S.	1.31 *	5

* Significativo al nivel de 0.1 de probabilidad.

** Significativo al nivel de 0.05 de probabilidad.

*** Significativo al nivel de 0.01 de probabilidad.

N.S. No Significativo.

NOTA: Para el tipo de tratamiento Ver Cuadro 3.

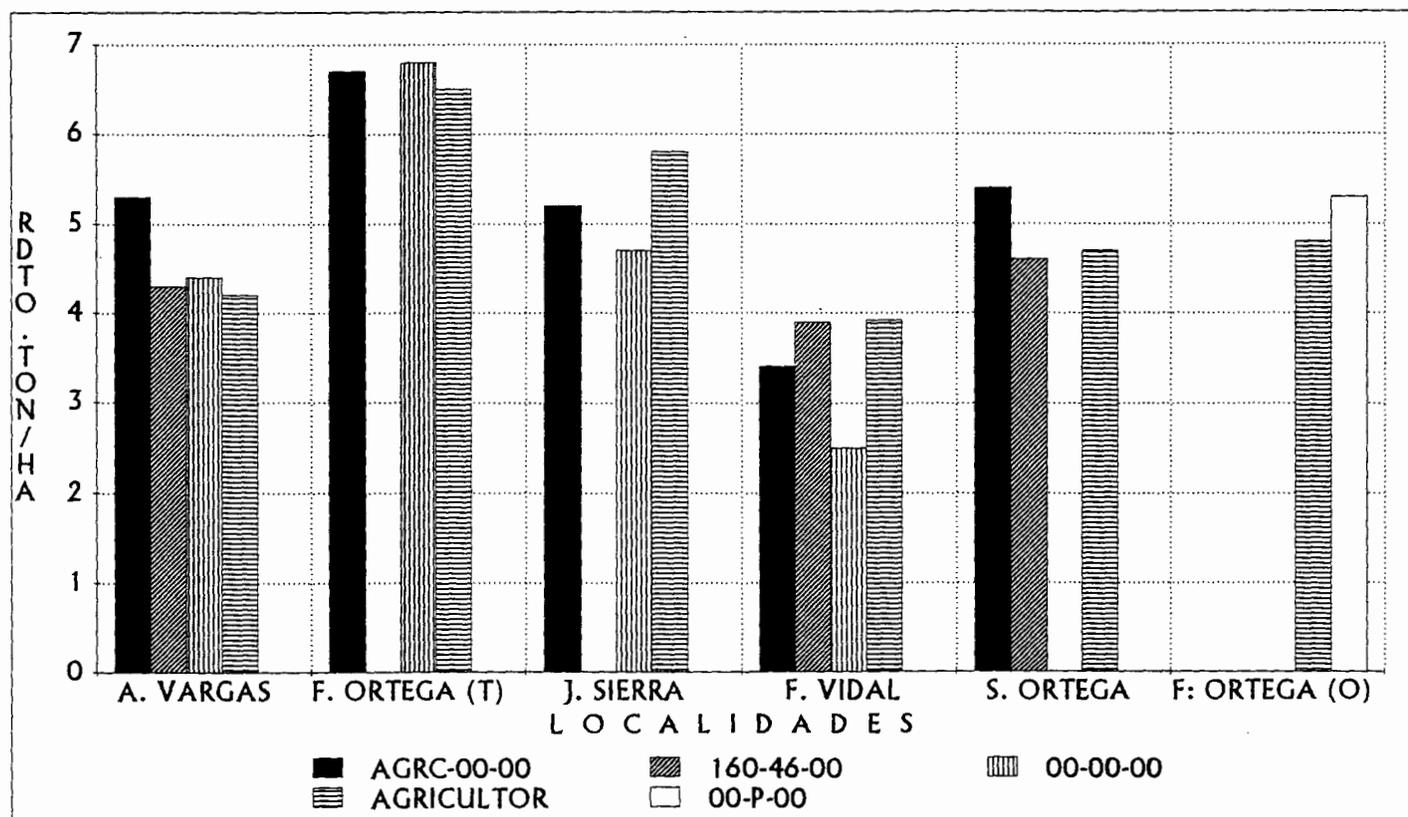


Figura 4. Comportamiento del Rendimiento en los experimentos de fertilización "Tipo 1" (Tratamientos con Nitrógeno Fósforo y Sin Potasio), por localidad, en Maíz de Humedad Residual. Ejido Nextipac, Municipio de Zapopan, Jal. Ciclo P.V. 1989."

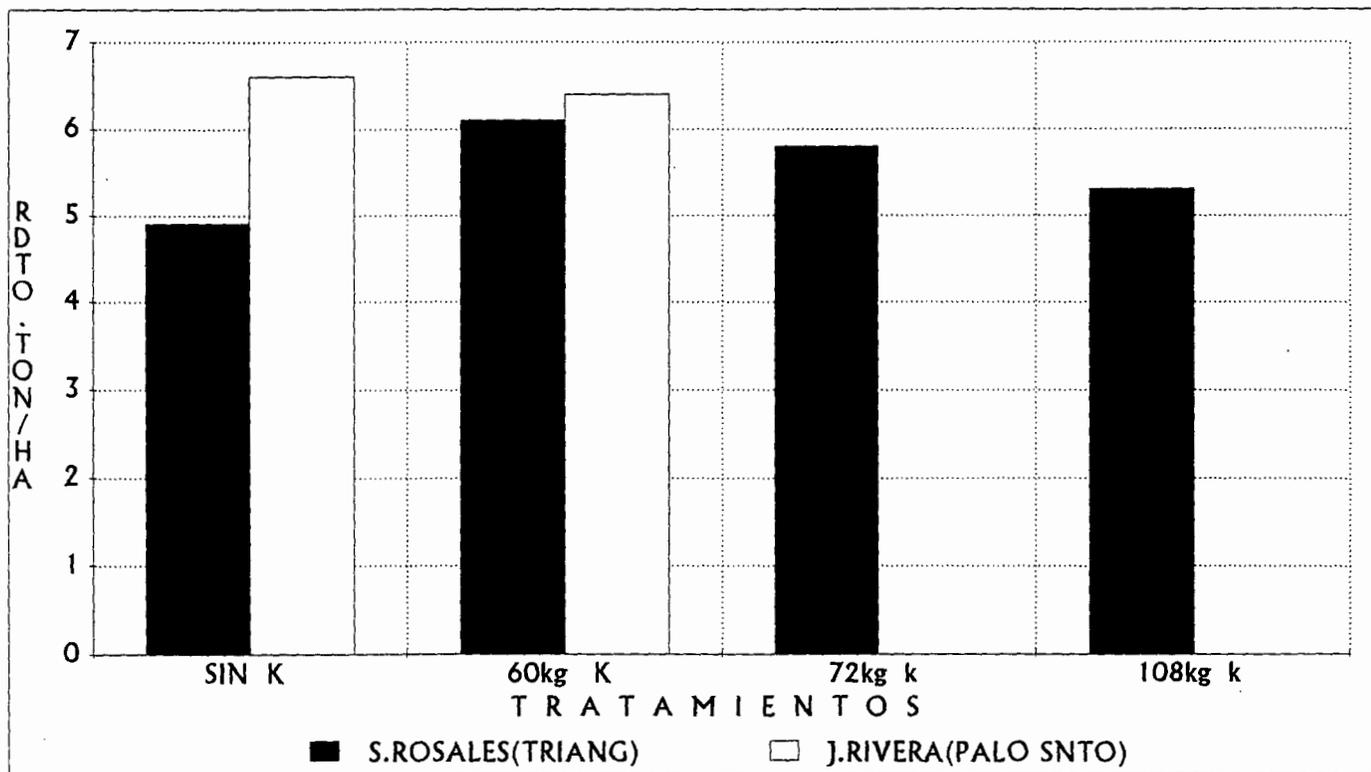


Figura 4.1. Comportamiento del Rendimiento en los experimentos de fertilización "Tipo 2" (Evaluando Potasio), por localidad, en Maíz de Humedad Residual. Nextipac, Jal. Ciclo P.V. 1989.

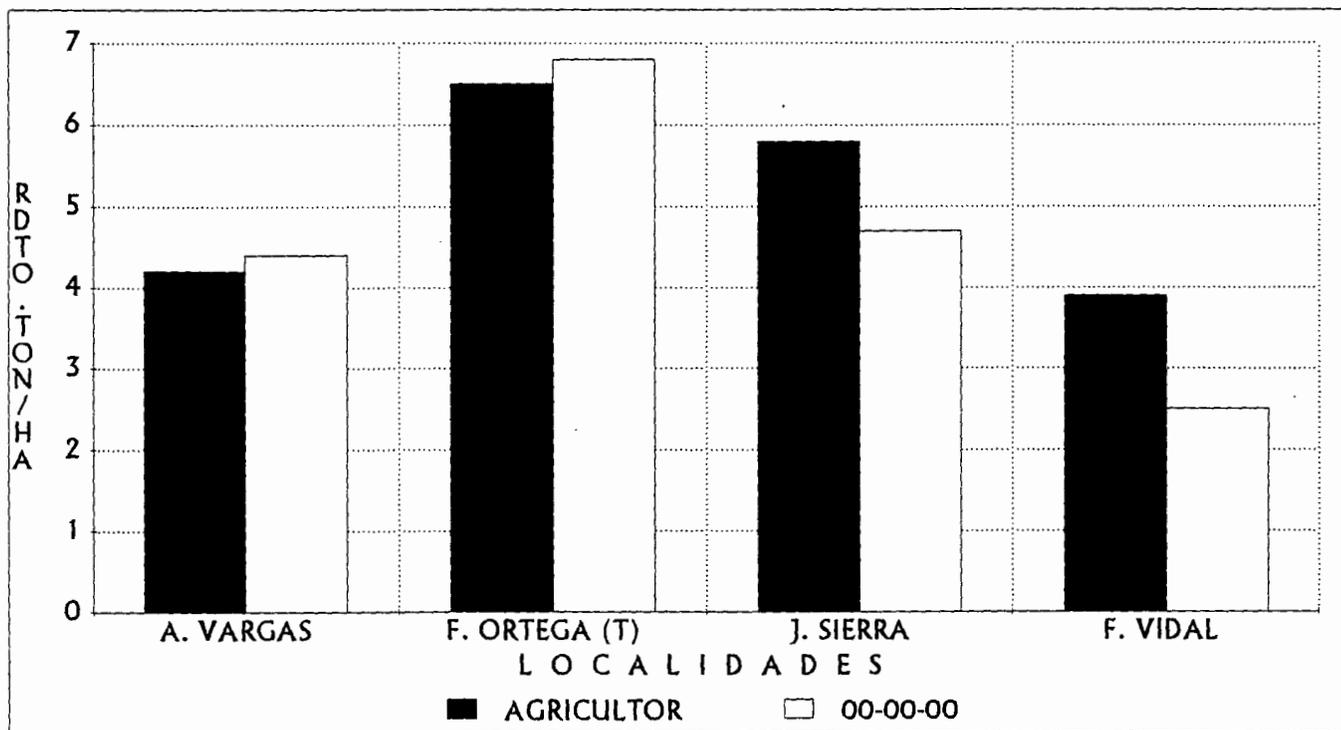


Figura 5. Comportamiento del Rendimiento con la fertilización tradicional del Productor y sin fertilizante, por localidad, en el ejido Nextipac, Municipio de Zapopan, Jal. Ciclo P.V. 1989.

Con el Sr. Francisco Ortega, potrero "El Triángulo", no se encontró significancia al 95 y 99% de probabilidad, tanto para tratamientos como para bloques. Se acepta hipótesis nula (H_0) y se rechaza hipótesis alternante (H_a). En este caso el tratamiento con nitrógeno obtuvo 132 Kg/ha menos que el tratamiento sin nitrógeno. El coeficiente de variación es de 12.76%.

En el caso del Sr. Jesús Sierra, potrero "El Jocuatole", no se detectó significancia para tratamientos y bloques, por lo que se vuelve aceptar hipótesis nula (H_0) con un 99% de probabilidad; lo que significa que los dos tratamientos son iguales estadísticamente. Se observa cómo al tratamiento que se le aplicó nitrógeno, rindió 565 kg/ha más que el cero nitrógeno. El coeficiente de variación con 14.32%, nos indica buena conducción experimental.

Con el Sr. Felipe Vidal, potrero "El Jocuatole", tampoco se encontró diferencia significativa al 95 y 99% de probabilidad, tanto para tratamientos como para bloques. En el caso de bloques, indica que el suelo es homogéneo, y para el caso de tratamientos, que la respuesta en rendimiento fue similar cuando se aplicó nitrógeno con respecto a cuando no se aplicó el nutrimento. Se observa sin embargo una diferencia de 931 kg/ha a favor de tratamiento con nitrógeno.

Cabe hacer notar el nivel de fertilidad original del suelo, comparándose los tratamientos en forma independiente dentro de cada localidad y que en forma general los tratamientos con nitrógeno, obtuvieron un rendimiento ligeramente mayor aunque no significativo. En el Cuadro 13 se pueden observar las medias de rendimiento.

Cuadro 12. Resultados de los análisis de varianza individual para rendimiento, en las pruebas de fertilización nitrogenada. Ejido Nextipac, Mpio. de Zapopan, Jal. 1989.

NOMBRE DE AGRICULTOR	LOCALIDADES	CUADRADO MEDIO (TRATAMIENTOS)	CUADRADO MEDIO (BLOQUES)	COEFICIENTE VARIACION (%)
Arturo Vargas	R. Amigos	1.90 N.S.	1.16 N.S.	12
Jesús Sierra	Jocuatole	0.80 N.S.	1.35 N.S.	14
Fco. Ortega	Triángulo	0.04 N.S.	0.83 N.S.	13
Felipe Vidal	Jocuatole	2.16 N.S.	1.16 N.S.	51

* Significativo al nivel de 0.01 de probabilidad.

** Significativo al nivel de 0.05 de probabilidad.

N.S. No Significativo.

Cuadro 13. Medias de rendimiento para los Tratamientos: Con y Sin Nitrógeno en Maíz de Humedad Residual. Nextipac, Mpio. de Zapopan, Jal. 1989.

AGRICULTOR	PARCELA	CON NITROGNO	SIN NITROGNO
A. Vargas	R. Amigos	5.2848	4.4113
F. Ortega	Triángulo	6.6658	6.7975
J. Sierra	Jocuatole	5.2412	4.6761
F. Vidal	Jocuatole	3.4151	2.4846

4.1.4. Análisis de varianza individual, cuando se evalúan los tratamientos CON FOSFORO Y SIN FOSFORO.

Los resultados del análisis individual se presentan en el Cuadro 14. Para el caso del agricultor Arturo Vargas, Rancho "Los Amigos", se encontró diferencia significativa al nivel del 95% de probabilidad, aceptando la hipótesis alternante (H_a), de que cuando menos un tratamiento es diferente a los demás.

Al analizar las medias de rendimiento, observamos que el tratamiento SIN FOSFORO resultó diferente que al tratamiento CON FOSFORO, obteniendo el primero 1.049 ton/ha más que el tratamiento CON FOSFORO, lo cual es significativo. Para el caso de bloques, no se encontró diferencia significativa, esto indica que el suelo es homogéneo. El coeficiente de variación es de 8.6% que indica buena conducción del experimento.

Con el agricultor Francisco Ortega, potrero "El Triángulo", no se encontró significancia al 0.05 y 0.01 de probabilidad, tanto para bloques como para tratamientos, por lo que en ambas fuentes de variación se acepta hipótesis nula (H_0) y se rechaza hipótesis alternante (H_a). En el caso de bloques significa que el suelo es homogéneo y para tratamientos que ninguno de los dos es diferente estadísticamente. Se observa que el tratamiento CON FOSFORO resultó con 114 kg/ha menos que el tratamiento SIN FOSFORO. Esto da indicio de que existe fósforo acumulado en el suelo.

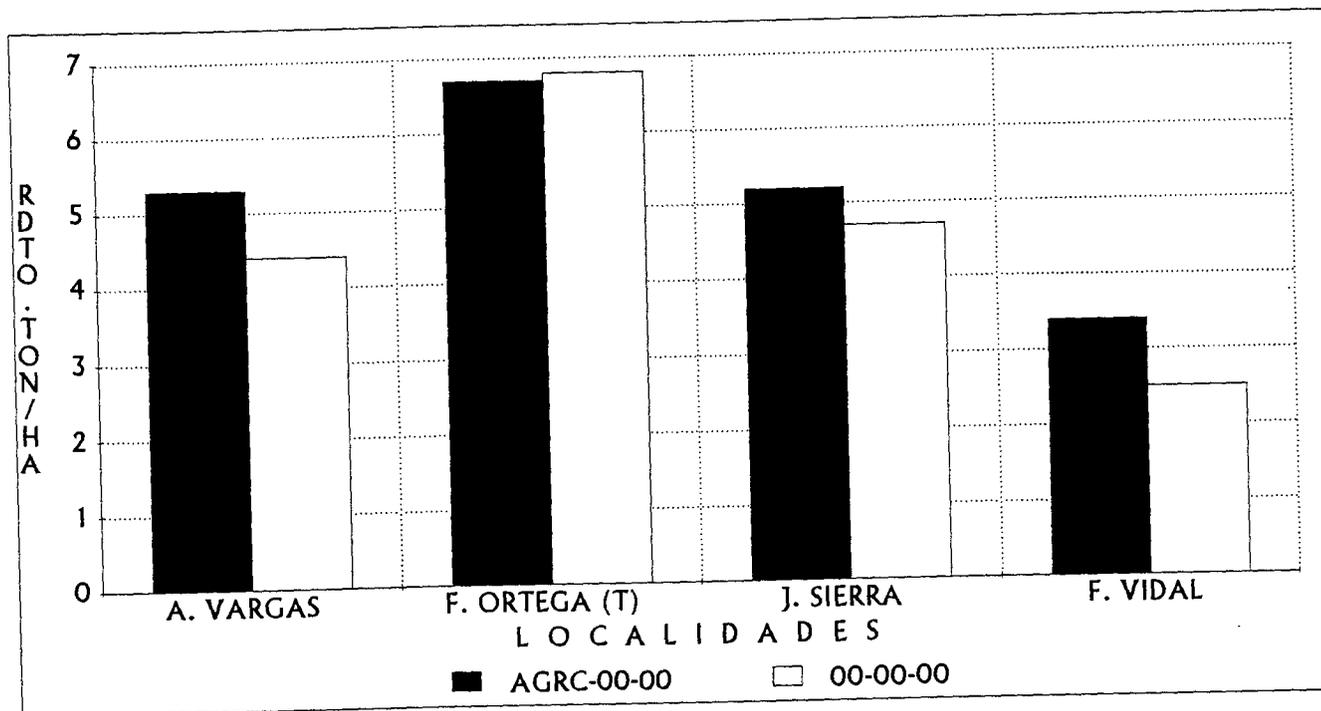


Figura 6. Comportamiento del Rendimiento de los tratamientos de fertilización Con y Sin Nitrógeno, por localidad. Nextipac, Jal. Ciclo P.V. 1989

En el caso del Sr. Jesús Sierra, potrero "El Jocuatole", no hubo diferencia significativa al 0.05 y 0.01 de probabilidad, para bloques y tratamientos, aceptándose la hipótesis nula (H_0), de que todos los tratamientos son iguales entre sí y de que al aplicar fósforo en este caso particular, no fue significativo. Se observa, sin embargo, que el tratamiento CON FOSFORO obtuvo 576 kg/ha más que el tratamiento SIN FOSFORO. El coeficiente de variación es de 9.4% lo que indica buena conducción experimental.

Con el agricultor Silvino Ortega, potrero "El Triángulo", no existió diferencia significativa, para los tratamientos CON Y SIN FOSFORO al 95 y 99% de probabilidad tanto en bloques como en tratamientos, por lo que se acepta la hipótesis nula (H_0) de que ningún tratamiento es diferente estadísticamente y que el aplicar o no el fósforo en este caso particular no es significativo. Se observa cómo cuando se aplica fósforo se obtienen 911 kg/ha menos que cuando no se aplica fósforo.

Para el caso del Sr. Felipe Vidal, potrero "El Jocuatole", no se encontró significancia para cuando se aplicó fósforo con respecto a cuando no se aplicó, con un nivel de probabilidad del 95 y 99% por lo que se acepta la hipótesis nula (H_0) de que ambos tratamientos son iguales estadísticamente.

Se observa que el tratamiento en el que se aplicó el elemento, se obtuvieron 500 kg/ha más que en donde no se aplicó fósforo. En general se observa que los tratamientos CON FOSFORO obtuvieron rendimientos ligeramente menores con respecto a cuando no se aplicó el elemento (SIN FOSFORO). En el Cuadro 15 se observan las medias de rendimiento de éstos tratamientos.

4.1.5. Análisis de varianza individual para los tratamientos CON POTASIO Y SIN POTASIO.

En el Cuadro 16 se presentan los resultados obtenidos del análisis de varianza individual. En el caso del productor Santiago Rosales, potrero "El Triángulo", se encontró diferencia significativa con un nivel de probabilidad del 95% para tratamientos, por lo que se acepta la hipótesis alternante (H_a) de que uno de los tratamientos es diferente estadísticamente hablando.

Cuadro 14. Resultados obtenidos de los Análisis de Varianza individual para rendimiento, en la prueba de fertilización fosforada. Ejido Nextipac, Mpio. Zapopan, Jal. 1989.

AGRICULTOR	LOCALIDADES	CUADRADOS MEDIOS (TRATAMIENTOS)	CUADRADOS MEDIOS (BLOQUS)	COEFICIENTE VARIACION(%)
Arturo Vargas	R.Amigos	2.75 *	0.37 N.S.	9
Silvino Ortega	Triángulo	2.07 N.S.	2.26 N.S.	28
Fco. Ortega	Triángulo	0.04 N.S.	0.36 N.S.	8
Felipe Vidal	Jocuatole	0.63 N.S.	0.49 N.S.	31
Jesus Sierra	Jocuatole	0.83 N.S.	0.83 N.S.	9

* Significativo al 0.05 de probabilidad.
N.S. No Significativo.

Cuadro 15. Medias de rendimiento para tratamientos: con fósforo y sin fósforo, en maíz de humedad residual. Nextipac, Mpio, Zapopan, Jal. 1989.

AGRICULTOR	PARCELA	CON FOSFORO	SIN FOSOFORO
Arturo Vargas	R. Amigos	4.2358	5.2848
Fco. Ortega	Triángulo	6.5514	6.6658
Jesus Sierra	Jocuatole	5.8169	5.2412
Silvino Ortega	Triángulo	4.5277	5.4391
Felipe Vidal	Jocuatole	3.9147	3.4151

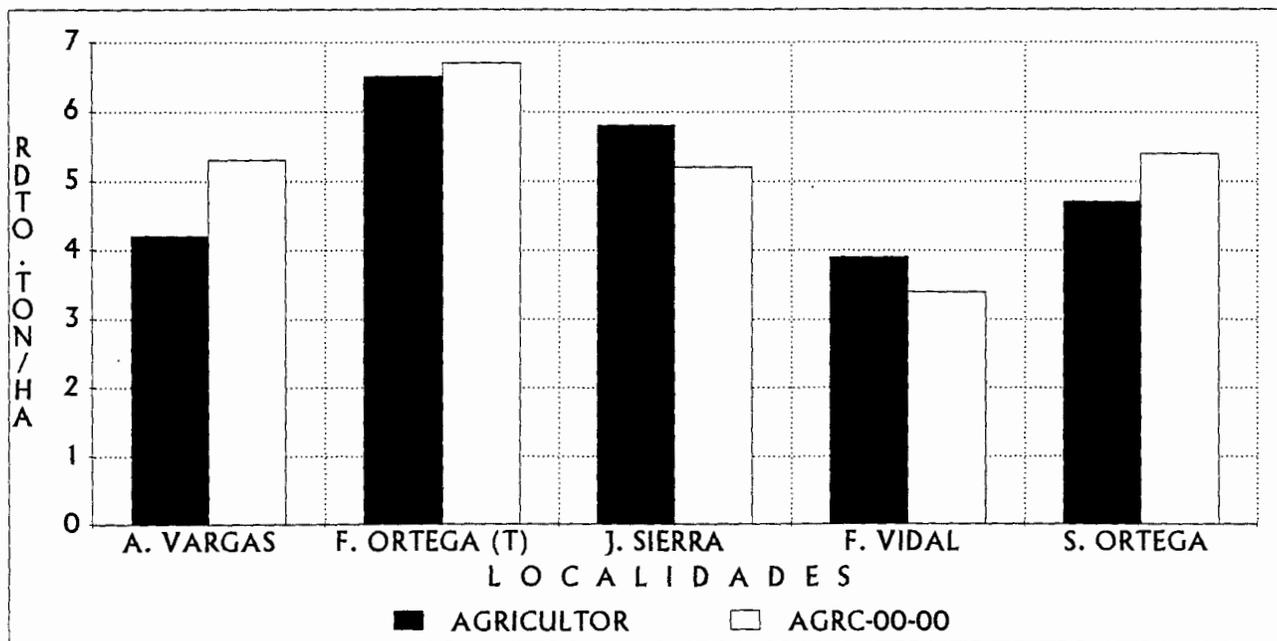


Figura 7. Comportamiento del Rendimiento de los Tratamientos de Fertilización Con y Sin Fósforo, por localidad. Ciclo P.V. 1989. Nextipac, Jal.

Al analizar las medias de rendimiento por prueba de Duncan, encontramos que el tratamiento con potasio, es estadísticamente diferente con respecto al cero potasio, lo que indica que en este caso particular la aplicación de potasio fue significativa al incrementar 1.280 kg/ha.

Con el Sr. Jesús Rivera potrero "El Palo Santo", se observó una respuesta contraria, no habiendo encontrado diferencia significativa al 0.05 y 0.01 de probabilidad para cuando se aplicó potasio con respecto a cuando no se aplicó. Se acepta hipótesis nula (H_0) de que ambos tratamientos tienen un comportamiento igual y se rechaza hipótesis alternativa (H_a). Se observa que el tratamiento con potasio obtuvo 228 kg/ha menos que el tratamiento sin potasio. Por lo que se pone de manifiesto de que la respuesta es variable en cada parcela, teniendo una influencia fuerte el manejo del agricultor. Las medias de rendimiento para los tratamientos Con y Sin Potasio se se ilustran en el Cuadro 17.

Cuadro 16. Resultados obtenidos de los Análisis de Varianza individual para la variable rendimiento en las pruebas de fertilización "Con Potasio". Nextipac, Mpio. Zapopan. Jal., 1989.

AGRICULTOR	POTRERO	CUADRADOS MEDIOS (TRATAMIENTOS)	CUADRADOS MEDIOS (BLOQUES)	COEFICIENTE VARIACION(%)
SANTIAGO ROSALES	TRIANGULO	4.10 *	1.03 N.S.	9
JESUS RIVERA R.	PALO SANTO	0.13 N.S.	1.31 *	5

* Significativo al nivel de 0.05 de probabilidad.
N.S. No Significativo.

Cuadro 17. Medias de rendimiento para los tratamientos con Potasio y Sin Potasio, en maíz de humedad residual. Nextipac, Mpio de Zapopan, Jal. 1989.

AGRICULTOR	POTRERO	CON POTASIO	SIN POTASIO
SANTIAGO ROSALES G.	TRIANGULO	6.1538	4.8737
JESUS RIVERA RIVERA.	PALO SANTO	6.4031	6.6314

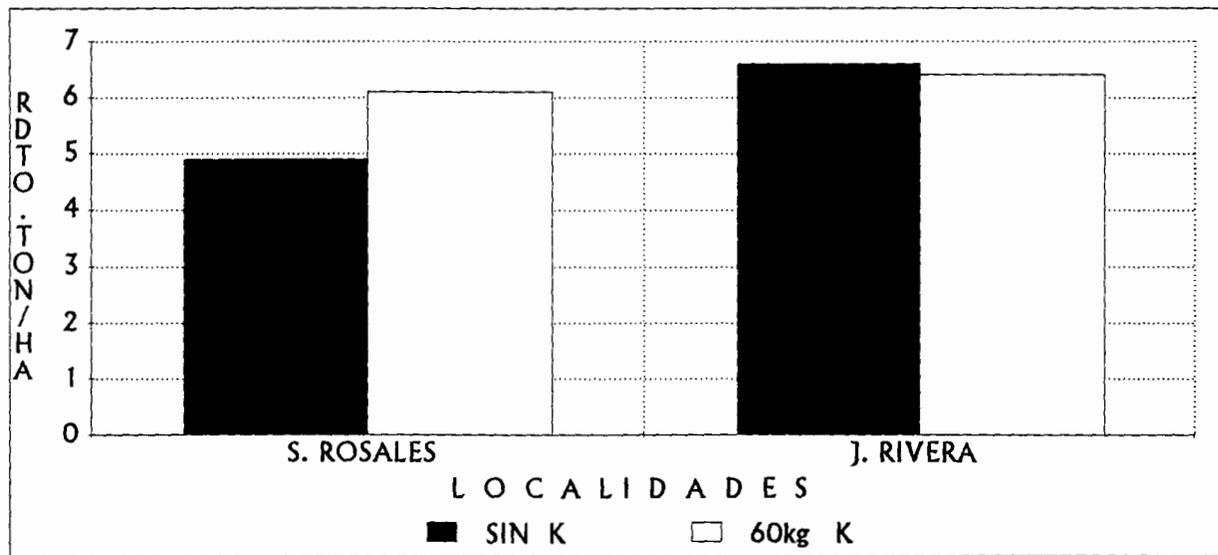


Figura 8. Comportamiento del Rendimiento de los Tratamientos de Fertilización Con y Sin Potasio, por localidad. Ciclo P.V. 1989. Nextipac, Jal.

4.1.6. Resultados de las Pruebas de T para las comparaciones entre los tratamientos.

4.1.6.1. Experimentos Tipo I.

En el Cuadro 18 se muestran las medias de rendimiento de los tratamientos de fertilización del experimento Tipo I. Como se observa en cuatro de los seis experimentos establecidos, no hubo diferencias significativas; sólo en dos de ellos existió significancia al 0.05, con Felipe Vidal y con Arturo Vargas, lo que nos indica que la respuesta al fertilizante, es relativa al ambiente que se está probando. En este caso como se tiene un ambiente climático aproximadamente homogéneo con el Valle de Zapopan, entonces la eficiencia estará dada por el manejo que le dan los productores a sus parcelas.

En el caso del productor Felipe Vidal, en el potrero "El Jocuatole", se tiene que con la sola aplicación de nitrógeno (tratamiento I vs III) no se encontró diferencia estadísticamente significativa, pero sin embargo, se obtuvo un incremento de 531 kg por hectárea con dicha aplicación. Para este mismo productor, en el caso de fósforo sin aplicación de nitrógeno (I vs IV), sí se encontró diferencia significativa la cual fue de 1,500 kg/ha.

Con el productor Francisco Ortega (potreros: "El Triángulo" y "El Ocote), no existió ninguna diferencia significativa.

En la parcela del productor Arturo Vargas la diferencia más alta, se presentó con la aplicación de nitrógeno (tratamientos I vs III), en donde la diferencia fue de 1,261 kg/ha. En los otros tratamientos no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

Con el agricultor Silvino Ortega, se perdió el testigo (Tratamiento I), pero se aprecia, que la respuesta aunque no fue estadísticamente significativa, la media de rendimiento más alta se presentó con la aplicación de nitrógeno (Tratamiento III).

Para el terreno del agricultor Jesús Sierra, tampoco se encontraron diferencias significativas, pero se hace notar la diferencia de 565 kg/ha con la aplicación de nitrógeno (Tratamientos I vs III) y de 1,140 kg/ha a la aplicación de fósforo (Tratamientos I vs IV).

Cuadro 18. Prueba de T al 0.05 para las medias de rendimiento de los tratamientos de fertilización evaluados en Nextipac, Mpio. de Zapopan, Jal. 1989.

EXPERIMENTOS TIPO I.						
CLAVE Y TIPO DE TRATAMIENTO	FELIPE VIDAL	FCO. ORTEGA (TRIANGULO)	ARTURO VARGAS	SILVINO ORTEGA	JESUS SIERRA	FCO. ORTEGA (OCOTE)
I (00 - 00 - 00)	2.484	6.797	4.024	-----	6.676	5.269
II (160 - 46 - 00)	3.914	-----	4.261	4.648	-----	-----
III (¹ Agric-00 - 00)	3.415	6.665	5.285	5.439	5.241	-----
IV (¹ Agric-Agric-00) " Testigo "	3.984	6.551	4.236	4.528	5.816	5.208

1 vs 4*

N.S.

1 vs 3*

N.S.

N.S.

N.S.

* Significativo al 0.05 de probabilidad.
N.S. No significativo.

NOTA: 1. ¹ "Agricultor": Es la fertilización que realiza el productor tradicionalmente.
2. Las cantidades son promedios de rendimiento por hectárea y por productor de cada tratamiento.

4.1.6.2. Experimentos Tipo II.

En el cuadro 19 se tienen las medias de rendimiento de los experimentos de fertilización con potasio, (experimentos Tipo II). Se observa que de los experimentos establecidos, uno presenta significancia estadística en dos de sus comparaciones y el otro experimento no fue significativo (con los niveles de 0.01, 0.05 y 0.1 de probabilidad).

Con el productor Santiago Rosales, en el potrero el triángulo, dos de las comparaciones fueron significativas (Tratamientos I vs. II) al nivel de 0.05 de probabilidad, con una diferencia de 1,280 kg/ha y los Tratamientos I vs III, en donde la significancia fue al nivel del 0.1 de probabilidad, con una diferencia de 848 kg/ha. En el caso de la comparación entre Tratamientos I vs IV, no hubo diferencia estadísticamente significativa, sin embargo, se observó una diferencia de 452 kg/ha de incremento en el rendimiento con la aplicación de potasio. Con éste productor fue evidente la respuesta positiva a la aplicación de potasio, bajo esa condición particular de su terreno.

En el caso del experimento establecido en la parcela del productor Jesús Rivera en el potrero "El Palo Santo", no existió diferencia significativa por la aplicación de potasio. En éste punto volvemos a reflexionar sobre lo relativo que es la aplicación de fertilizantes químicos en las parcelas de los productores.

Cuadro 19. Prueba de T para las medias de rendimiento en los tratamientos de Potasio, en Nextipac, Mpio. de Zapopan, Jal. Ciclo P.V. 1989.

EXPERIMENTOS TIPO II.		
CLAVE Y TIPO DE TRATAMIENTO	SANTIAGO ROSALES.	JESUS RIVERA R.
I (¹ Agric-Agric-00)	4.874	6.631
II (¹ Agric-Agric-36)	6.154	-----
III (¹ Agric-Agric-72)	5.772	6.403
IV (¹ Agric-Agric-108)	5.326	-----

N.S.
I vs.II *

N.S.
I vs.III**

* Significativo al 0.05.

** Significativo al 0.1.

N.S. No significativo.

NOTA: 1. ¹ "Agricultor": Es la fertilización que realiza el productor tradicionalmente. 2. Las cantidades son promedios de rendimiento por hectárea de cada parcela y por productor.

4.2. Análisis de Varianza Combinado.

Se realizaron análisis de varianza combinado para las variables con nitrógeno y sin nitrógeno en cuatro localidades; con fósforo y sin fósforo en dos localidades y para una interacción entre los tratamientos: N-P-00, N-00-00 y 00-00-00 en cuatro localidades. Para realizar este análisis, se seleccionaron de las localidades los tratamientos que pudieran proporcionar la información requerida.

4.2.1. Resultados del análisis combinado para los experimentos de interacción de fertilizantes en cuatro localidades.

Los resultados se presentan en el Cuadro 20 y se observa que no se encontraron diferencias significativas para tratamientos a niveles de significancia del 0.05 y 0.01 de probabilidad. Se acepta la hipótesis nula (H_0), de que los tratamientos "N-P-00"; N-00-00" y "00-00-00", presentaron un comportamiento igual entre sí, es decir, que el rendimiento no fue afectado estadísticamente al someter el cultivo a cualquiera de éstos tratamientos.

Se observa en las medias de rendimiento generales, cómo entre los tratamientos "N-P-00" y "N-00-00" existe una diferencia de tan solo 22 kg/ha a favor del segundo tratamiento y que sin embargo el no fertilizar (00-00-00), redujo el rendimiento en 559 kg/ha con respecto a los anteriores.

Se encontró diferencia altamente significativa para el caso de localidades o ambientes al 0.01 de probabilidad, lo que indica que cuando menos un ambiente es diferente a los demás. Para la interacción tratamientos por ambientes no hubo significancia, lo que quiere decir que en un ambiente bueno los tratamientos son buenos, y en uno malo los tratamientos tendrán un comportamiento malo.

Se hace de nuevo la observación, de que al no haber diferencia entre tratamientos por ambientes, las variables suelo y clima son de comportamientos más o menos homogéneos en la región, para un ciclo agrícola.

Cuadro 20. Resultado del Análisis de Varianza Combinado para rendimiento, de la interacción de tratamientos de fertilización química, "N-P-00", "N-00-00" y "00-00-00" en cuatro localidades de Nextipac, Jal. 1989.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	COEFICIENTE DE VARIACION (%)
LOCALIDADES	3	89.43	29.81	22.76**	16.51
REPETICIONES x LOCALIDADES	16	29.95	1.31		
TRATAMIENTOS	2	4.02	2.01	1.55N.S.	
LOCALIDADES x TRATAMIENTOS	6	7.81	1.30	1.94N.S.	
ERROR EXPERIMENTAL	32	21.40	0.67		
TOTAL	59	143.61			

** Significativo al nivel de 0.01 de probabilidad.

* Significativo al nivel de 0.05 de probabilidad.

N.S. No Significativo.

4.2.2. Análisis de varianza combinado para las variables con nitrógeno y sin nitrógeno.

En el Cuadro 21, se presentan los resultados para análisis de varianza combinado, y se observa que existe diferencia significativa entre tratamientos, al nivel de significancia de 0.05. Se acepta la hipótesis alternante (H_a), de que los tratamientos evaluados son diferentes entre sí, esto es, que las parcelas fertilizadas con nitrógeno rinde más que las no fertilizadas con dicho nutrimento.

Se observó también diferencia altamente significativa entre ambientes o localidades, es decir entre las diferentes parcelas de los agricultores, con un nivel de significancia del 0.01 de probabilidad, lo cual nos indica que por lo menos un ambiente es diferente a los demás. Para la interacción tratamientos por localidades, no se encontró significancia. Esto quiere decir que en un ambiente bueno los tratamientos son buenos y en un ambiente malo los tratamientos son malos. Se concluye, que al no haber diferencia entre tratamientos por ambiente, las variables como suelo y clima son de un comportamiento más o menos homogéneo en la región, para un ciclo agrícola.

4.2.3. Análisis de varianza combinado para las variables de fertilización, con fósforo y sin fósforo.

Los resultados que se obtuvieron en el análisis combinado se presentan el Cuadro 22. En donde se observa que no existió diferencia significativa entre tratamientos al 0.05 y 0.01 de probabilidad, aceptándose la hipótesis nula (H_0) de que todos los tratamientos se comportaron igual, esto es, las plantas de maíz a las que se les aplicó fósforo rinden igual que las que no se les fertilizó con dicho nutrimento. De igual forma no se encontró significancia para la interacción de tratamientos por localidades, lo cual reafirma que los tratamientos con fósforo, no mostraron efecto diferente en el rendimiento dentro y entre localidades. Esto indica que en un ambiente bueno, los tratamientos son buenos y en un ambiente malo los tratamientos tendrán un comportamiento malo.

Cuadro 21. Análisis de Varianza Combinado para Rendimiento, para dos niveles de fertilización: Con Nitrógeno y Sin Nitrógeno, en cuatro localidades de Nextipac, Mpio. de Zapopan, Jal. 1989.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	COEFICIENTE DE VARIACION (%)
LOCALIDADES	3	71.62	23.87	21.31**	19.9
REPETICIONES x LOCALIDADES	16	17.96	1.12		
TRATAMIENTOS	1	3.13	3.13	5.31*	
LOCALIDADES X TRATAMIENTOS	3	1.78	0.59	0.62N.S.	
E R R O R EXPERIMENTAL	16	15.24	0.95		
TOTAL	39	109.73			

* Significativo al nivel de 0.05 de probabilidad.

** Significativo al nivel de 0.01 de probabilidad.

N.S. No Significativo.

Cuadro 22. Resultados del Análisis de Varianza Combinado para rendimiento de dos niveles de fertilización: con fósforo y sin fósforo para cinco localidades de Nextipac, Jal. 1989.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	COEFICIENTE DE VARIACION (%)
LOCALIDADES	4	46.48	11.62	11.39**	22
REPETICIONES x LOCALIDADES	20	20.40	1.02		
TRATAMIENTOS	1	0.5	0.5	0.34N.S.	
LOCALIDADES x TRATAMIENTOS	4	5.81	1.45	1.13N.S.	
ERROR EXPERIMENTAL	20	15.59	1.28		
TOTAL	49	88.78			

* Significativo al nivel de 0.05 de probabilidad.

** Significativo al nivel de 0.01 de probabilidad.

N.S. No Significativo.

Se concluye que al no haber diferencias entre tratamientos por ambientes, las variables como suelo y clima son de un comportamiento más o menos homogéneo en la región de estudio para un ciclo agrícola.

Se encontró diferencia altamente significativa para la variable "localidades", con una significancia del 0.01 de probabilidad, lo que indica que al menos un ambiente es diferente a los demás. Se observa en forma general que al tratamiento con fósforo, correspondió un rendimiento ligeramente menor (200kg/ha) que el rendimiento del tratamiento sin fósforo.

4.2.4. Análisis de varianza combinado para las variables de fertilización, con potasio y sin potasio.

En el Cuadro 23, se presentan los resultados del análisis combinado, en donde no se encontró diferencia significativa para tratamientos al 0.05 y 0.01 de probabilidad, se acepta la hipótesis nula (H_0), de que todos los tratamientos son iguales entre sí, esto indica, que el rendimiento no se afectó por aplicar o no potasio.

Se observa sin embargo, que el tratamiento con potasio obtuvo una media de rendimiento general de 526 kg/ha, más que el tratamiento sin potasio. Para el caso de localidades tampoco se detectaron diferencias significativas. Esto indica, que tanto en ambientes buenos como en malos, los tratamientos se comportaron igual.

Es posible que la diferencia pueda deberse principalmente, al manejo que cada agricultor le da a su suelo, ya que las características del suelo y el comportamiento del clima, son aproximadamente homogéneas en la región de estudio y por ciclo agrícola. Estos resultados nos muestran que en algunos terrenos, el potasio tiene más respuesta que en otros.

Cuadro 23. Resultado del Análisis Combinado para rendimiento de dos niveles de fertilización: Con Potasio y Sin Potasio, en dos localidades del Ejido Nextipac, Zapopan, Jal. 1989.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADA	COEFICIENTE DE VARIACION (%)
LOCALIDADES	1	5.03	5.03	4.30N.S.	7.13
REPETICIONES x LOCALIDADES	8	9.35	1.17		
TRATAMIENTOS	1	1.38	1.38	0.48N.S.	
LOCALIDADES x TRATAMIENTOS	1	2.85	2.85	15.00**	
ERROR EXPERIMENTAL	8	1.52	0.19		
TOTAL	19	20.13			

* Significativo al nivel de 0.05 de probabilidad.

** Significativo al nivel de 0.01 de probabilidad.

N.S. No significativo.

4.3. Resultados de la Regresión Lineal Simple.

4.3.1. Modelos de Regresión Lineal Simple

$$\text{Rendimiento} = F (\text{nitrógeno}).$$

En el Cuadro 24 se presentan los modelos de regresión de los experimentos establecidos, para observar la respuesta sólo a nitrógeno. Se seleccionaron los tratamientos que dieron esta información y fueron Tratamiento I y Tratamiento III de los experimentos Tipo 1.

Con respecto a cuánto es la asociación entre la variable dependiente e independiente, el valor para T B1 fue significativa al 0.05 de probabilidad sólo para uno de los agricultores (Arturo Vargas), es decir que en cada cambio de "x", cambia también "y".

En el caso de los demás agricultores, el valor de T para B1 resultó no significativo, es decir, que cuando cambia el valor de "x", "y" no se ve afectada significativamente (no cambia).

Cuadro 24. Valores de TB1 (pendiente), por productor en experimentos Con y Sin Nitrógeno en Nextipac, Zapopan, Jal. 1989.

PRODUCTOR	MODELO	TB1
FCO.ORTEGA(TRIANGULO)	$Y=6.7974-0.00052X1$	0.1080N.S.
ARTURO VARGAS	$Y=4.0236+0.007736X1$	3.31300*
FELIPE VIDAL	$Y=2.4845+0.00622X1$	1.0780N.S.
FCO. ORTEGA(OCOTE)	$Y=5.267-0.0039X1$	0.4816N.S.
JESUS SIERRA	$Y=4.676+0.002562X1$	0.7904N.S.

* Significativo al 0.05

N.S. No Significativo.

En la Figura 9 es posible analizar cada una de las líneas de regresión obtenidas. Para el caso del agricultor Arturo Vargas, se observa que por cada kg de nitrógeno aplicado, incrementa su rendimiento 7.736 kg por ha. Este productor realizó una aplicación de 163 kg de nitrógeno por lo que su rendimiento debido al factor nitrógeno fue de 1,261 kg/ha, representando el 31.34% de la producción total, (Cuadro 25).

Cuadro 25. Relación de nitrógeno aplicado con kilogramos de maíz producido por terreno de productor en Nextipac, Zapopan, Jal. Ciclo P.V. 1989.

NOMBRE DEL PRODUCTOR	RELACION N (kg)/MAIZ(kg)	CONTRIBUCION A RENDIMIENTO (%)
FRANCISCO ORTEGA JIMENEZ (TRIANGULO)	0.000	-----
ARTURO VARGAS	7.736	31.34
FELIPE VIDAL	6.220	41.89
FRANCISCO ORTEGA JIMENEZ (OCOTE)	0.000	-----
JESUS SIERRA	2.562	10.02

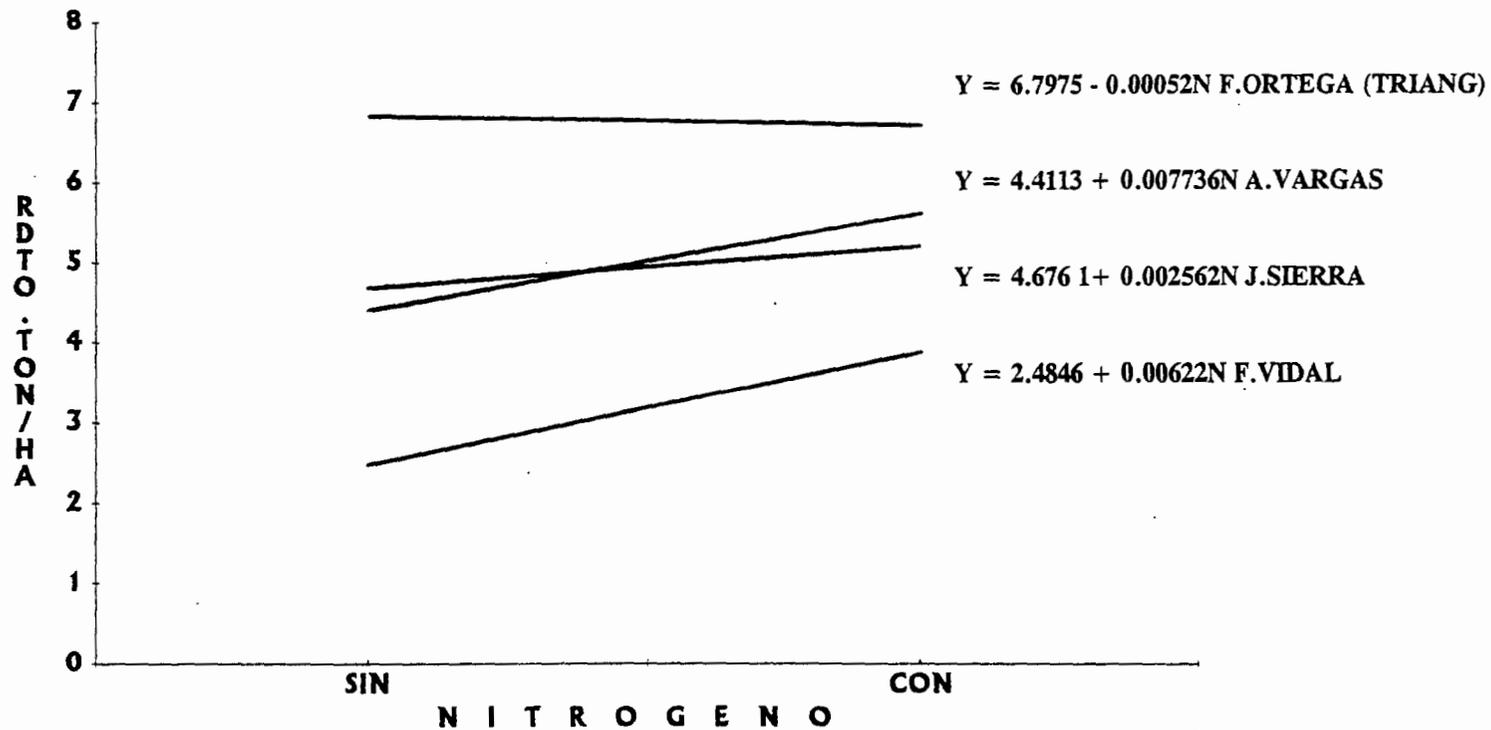


Figura 9. Modelos Representativos de la eficiencia del Nitrógeno en maíz de humedad residual. Ciclo P.V. 1989. Nextipac, Municipio de Zapopan, Jal.

4.3.2. Modelos de Regresión Simple.

$$\text{Rendimiento} = F (\text{Fósforo}).$$

En el Cuadro 26 se muestran los modelos de regresión para cada uno de los productores donde se establecieron experimentos.

Los resultados y la información que se encontró de la respuesta al fósforo se obtuvieron con los tratamientos III y IV de los experimentos tipo I (con Fósforo (P) y sin P).

Con respecto a la asociación entre la variable dependiente e independiente, el valor para T B1 es significativa al 0.05 de probabilidad solo para uno de los productores (Arturo Vargas), lo que quiere decir, que en cada cambio de "x" cambia "y".

Cuadro 26. Valores de TB1 (pendiente) por productor en experimentos Con y Sin Fósforo en Nextipac, Mpio. de Zapopan, Jal. 1989.

PRODUCTOR	MODELO	TB1
FRANCISCO ORTEGA (TRIANGULO)	$Y=6.664-0.00163X1$	0.3064N.S.
FELIPE VIDAL	$Y=3.415+0.00544X1$	0.5790N.S.
ARTURO VARGAS	$Y=5.2846+0.0152X1$	3.1920*
JESUS SIERRA	$Y=5.2412+0.00834X1$	0.9400N.S.

* Significativo al 0.01.

** Significativo al 0.05.

N.S. No Significativo.

En la Figura 10 se observan cada una de las líneas de regresión obtenidas. En el caso del agricultor Arturo Vargas, se encontró diferencia estadísticamente significativa, es decir, que por cada kg de fósforo aplicado al suelo el rendimiento del cultivo de maíz se incrementa 15.200 kg/ha. Este agricultor realizó una aplicación de 69 kg/ha de fósforo, por lo que su rendimiento neto por este factor fué de 1,048.8 kg/ha, representando el 16.56% de la producción total (Cuadro 27).

Cuadro 27. Relación de fósforo aplicado con kilogramos de maíz producido, por terreno de productor en Nextipac, Mpio. de Zapopan, Jal. Ciclo P.V. 1989.

NOMBRE DEL PRODUCTOR	RELACION DE FOSFORO(kg)/MAIZ(kg)	CONTRIBUCION A RENDIMIENTO (%)
FRANCISCO ORTEGA (TRIANGULO)	0.000	-----
FELIPE VIDAL	5.400	14.55
ARTURO VARGAS	15.200	16.56
JESUS SIERRA	8.342	10.98

4.3.3. Modelos de Regresión Lineal Simple.

Rendimiento = F (Potasio).

En el Cuadro 28 se presentan los modelos de regresión con dos productores, con los cuales se llevaron a cabo experimentos Tipo 2 (Aplicación de potasio). Se utilizaron los tratamientos I y III (con y sin potasio) para obtener la información. En cuanto a la asociación, entre la variable dependiente e independiente, el valor para T B1 no es significativa al 0.05 de probabilidad en los dos casos, sin embargo al nivel 0.11 de probabilidad existe significancia estadística con el productor Santiago Rosales.

En la Figura 11 se pueden analizar las dos líneas de regresión obtenidas. Para el caso del agricultor Santiago Rosales, se encontró que con cada kg de potasio aplicado al suelo, el rendimiento se incrementa 12.483 kg/ha. En éste experimento se aplicaron 72 kg/ha, por lo que su rendimiento neto debido al factor potasio fué de 898.77 kg/ha representando el 18.44% de la producción total (Cuadro 29).

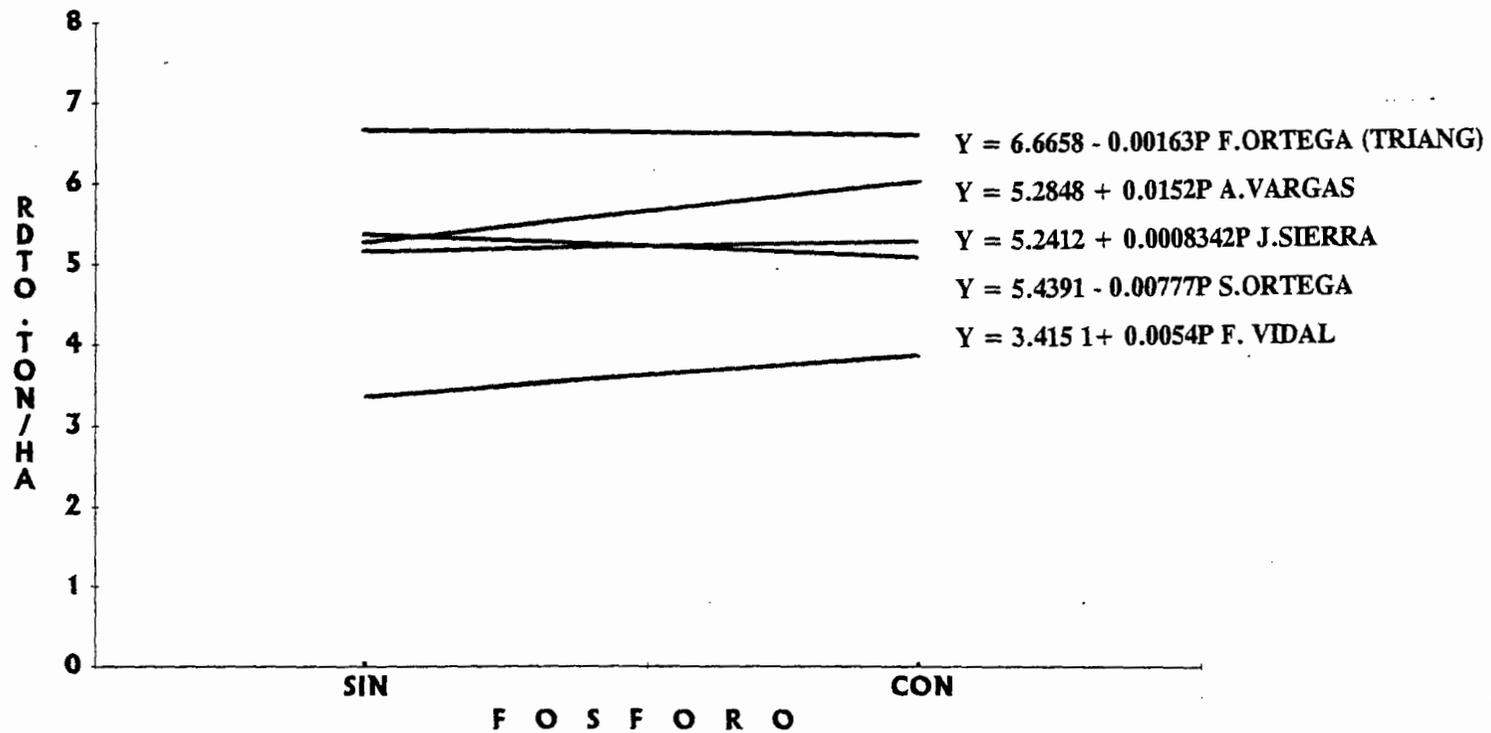


Figura 10. Modelos representativos de la eficiencia del Fósforo en Maíz de humedad residual. Ciclo P.V. 1989. Nextipac, Municipio de Zapopan, Jal.

Cuadro 28. Valores de TB1 (pendiente) por productor en experimentos Con y Sin Potasio, en Nextipac, Mpio. de Zapopan, Jal. 1989.

PRODUCTOR	MODELO	TB1
JESUS RIVERA RIVERA	$Y=6.6316-0.004X1$	0.449N.S.
SANTIAGO ROSALES	$Y=4.8736+0.012483$	2.0480 *

* Significativo al 0.1

N.S. No significativo.

Cuadro 29. Relación de potasio aplicado con kilogramos de maíz producido, por terreno de productor en Nextipac, Zapopan, Jal. Ciclo P.V. 1989.

NOMBRE DEL PRODUCTOR	RELACION POTASIO(kg)/MAIZ(kg)	CONTRIBUCION A RENDIMIENTO (%)
JESUS RIVERA RIVERA	0.000	-----
SANTIAGO ROSALES GARCIA	12.483	18.44

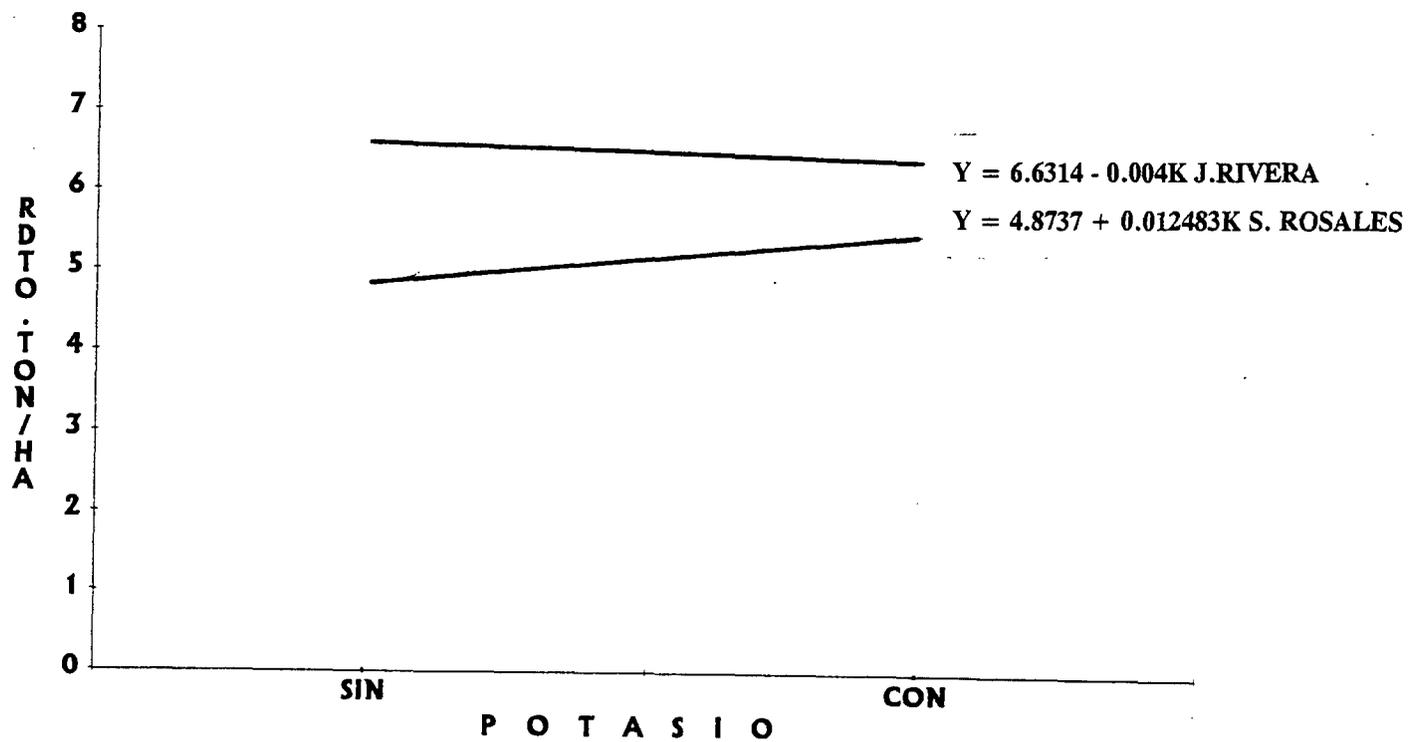


Figura 11. Modelos representativos de la eficiencia del Potasio en Maíz de Humedad Residual. Ciclo P.V. 1989. Nextipac, Municipio de Zapopan, Jal.

5. CONCLUSIONES.

- 1).** La relación entre Nitrógeno y rendimiento resultó ser significativa.
- 2).** La relación entre Fósforo y rendimiento no fué significativa en la mayoría de los casos.
- 3).** La relación entre Potasio y rendimiento resultó significativo en algunos casos, por lo que se pone de manifiesto que el suelo responde diferente por terreno de productor.
- 4).** Los requerimientos de Nitrógeno, Fósforo y Potasio varían por terreno del productor.
- 5).** Los rendimientos que tuvieron más variación, fueron los relacionados con fertilización a base de Potasio.
- 6).** Las plantas fertilizadas con Nitrógeno en general rindieron más que las no fertilizadas con el nutrimento.
- 7).** Las plantas de maíz fertilizadas con Fósforo, rindieron igual que las que no fueron fertilizadas con el nutrimento, en este ciclo de prueba.
- 8).** El nivel de fertilidad original de los suelos es diferente por productor y está determinado principalmente, por el manejo que le dá el propio productor a su suelo.
- 9).** La respuesta al fertilizante es relativa al ambiente que se esté probando (por lo que es diferente por productor), siendo notable la influencia que ejerce sobre el rendimiento, el propio potencial productivo del suelo.
- 10).** En éste caso, como se tiene un ambiente climático aproximadamente homogéneo en el Valle de Zapopan, entonces la eficiencia del fertilizante estará dada por el manejo que le dan los productores a sus parcelas.
- 11).** La eficiencia en el uso de fertilizantes nitrogenados, fosfóricos y con potasio, es diferente por agricultor.

- 12).** La eficiencia con que se emplea el fertilizante químico por los productores en el área de estudio es baja.
- 13).** La fertilización química, es un factor que limita la productividad en el cultivo de maíz de humedad residual en el ejido de Nextipac, mpio. Zapopan, Jal.
- 14).** El estudiar las causas de esta variación en requerimiento, está dada por los factores: clima, suelo y manejo, (hipótesis que se plantea en tiempo y espacio).
- 15).** De acuerdo a la conclusión 14 para el análisis de dichos factores, se requiere hacer las observaciones en el mismo lugar donde se han estado llevando a cabo los experimentos (mismo espacio) y con 2 ó 3 años como mínimo (distinto tiempo).

6. REVISION BIBLIOGRAFICA.

- AGUAYO, O. 1989.** Proyecto de Modernización Agropecuaria para el Ejido de Nextipac, Municipio de Zapopan, Jal. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía. Universidad de Guadalajara.
- ALDRICH, A. R. Y LENG, R. E. 1974.** Producción Moderna de Maíz. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- AYUNTAMIENTO DE ZAPOPAN. 1990.** El maíz en la década de los 90's. (Simposium). Ayuntamiento municipal de Zapopan, Jal. Palacio Municipal de Zapopan, Jal.
- COCHRAN, W. Y COX G. 1978.** Diseños Experimentales. Ed. Trillas. México. pp. 66-118; 592-616.
- CURIEL, V. A. 1989.** Degradación actual y potencial de los suelos agrícolas de Zapopan, Jal. Tesis de Maestría en Manejo de Areas de Temporal. Escuela de Graduados, Universidad de Guadalajara.
- CHAVEZ, S. A. 1988.** Dosis de K₂O con Maíz en Temporal, en Jalisco. Primera Reunión Científica Forestal y Agropecuaria. INIFAP-CIFAP-JALISCO- SARH. p. 124.
- ESTRELLA, CH. N. 1981.** Metodología para Generar Recomendaciones Tecnológicas en los Agrosistemas Tradicionales. Agrosistemas de México, C.P. Chapingo, México.
- GONZALEZ E., D. 1975.** Predicción de la Respuesta del Maíz a Fertilización Fosfatada, en el Estado de Tlaxcala, Basada en la Disponibilidad del Fósforo del Suelo y otras Variables de Sitio. Tesis de Maestro en Ciencias. C.P. de Chapingo, México.
- GUZMAN, M. L. 1991.** Cruzas Intervarietales en el Cultivo de maíz (*Zea mays* L.) con la Participación de Productores en la Región de Nextipac, Mpio. de Zapopan, Jal. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía. Universidad de Guadalajara.

JABA, A. y VEXKULL, V. H. 1973. Nutrición y abonos de los Cultivos Tropicales y Subtropicales. Ed. Eupam. Zaragoza, España.

LAIRD, R. G. 1966. Estudio Sobre Fertilizantes y Prácticas Culturales. Mejoramiento del Maíz, 6a. Reunión Centroamericana. Managua, Nicaragua.

McINTOSCH, S. M. 1982. Analysis of Combined Experiments. Scientific Article N.A 3167 and Contribution No. 6326 of the Dep. of Agronomy, Univ. of Maryland.

MENDEZ, R. 1982. Introducción a la Metodología Estadística. Ed. Patena. A.C. UACH. Chapingo, México.

NUÑEZ, E. R. 1981. Algunas Consideraciones sobre el Uso de Fertilizantes en Agricultura de Temporal. Agroecosistemas de México. C.P. Chapingo, México.

NUÑO, R. R. 1988. Determinación de zonas de eficiencia agroclimática para el maíz. Tesis de Maestría en Manejo de Areas de Temporal. Escuela de Graduados, Universidad de Guadalajara.

OROZCO R, N. 1970. Los Secretos del Sistema Maicero Zapopano. Agrosíntesis. México.

ORTEGA, L. M.; PALACIOS, C. V.; GONZALEZ, E. D. 1990. La Intensidad de la Respuesta a la Fertilización como una medida del Nivel de Productividad Original del Suelo y su Capacidad Productiva. Memorias del XXIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Torreón Coahuila, México.

ORTIZ, M. R. 1963. El Plan Jalisco, sus Realizaciones y sus Limitaciones. Memorias del Primer Congreso de la Ciencia del Suelo.

ORTIZ, S. C. y CUANALO de la C, H. 1978. El Efecto del Suelo y el Clima sobre la Producción de Maíz. Rama de Suelos. C.P. Chapingo, México.

- PADILLA, S. R. 1961.** La Reforma, El Plan Jalisco y el Sistema Zapopano. Ponencias al Primer Congreso Agronómico Ganadero y Forestal del Estado de Jalisco. Sociedad Agronómica Mexicana, Sección Jalisco.
- PALACIOS, C. V. 1988.** Factores determinantes de la producción del maíz bajo el Sistema Zapopano. Tesis de Maestría en Manejo de Areas de Temporal. Escuela de Graduados, Universidad de Guadalajara.
- PALACIOS, C. V. Y COLABORADORES. 1989.** Proyecto de Generación y Transferecna de Tecnología. Documento inédito. Red de Productividad de Agrosistemas. CEFAP Zapopan, Jal. INIFAP.
- POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE. 1978.** Soil Fertility Manual. Publicado en Español por POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE. Atlanta, Georgia, U.S.A. Primera Impresón en Español, 1988.
- RAMIREZ, L. A. 1983.** Descripción de los Sistemas de Producción Agrícola en el Municipio de Zapopan, Jal. Tesis Profesional. Escuela de Agricultura, Universidad de Guadalajara.
- ROSENSTEIN, E. 1986.** Diccionario de Especialidades Agroquímicas. ediciones P.L.M. S.A. de C.V., San Bernardino, México, D.F. Primera Edición.
- SANDOVAL, I. E. 1975.** Ensayo de Rendimiento en Maíz con Diferentes fechas y Fuentes de Fertilización. Tesis Profesional. Escuela de Agricultura. Universidad de Guadalajara.
- S.S.P., 1970.** Guía para la Interpretación de Cartografía. Clasificación de Suelos. Carta edafológica. FAO-UNESCO- CETENAL.
- STEEL, R.G. y TORRIE, J.F. 1985.** Bioestadística, Principios y Procedimientos (2a. Edición). Traducción Martínez B.R. Ed. Mc Graw Hill. Colombia.
- TISDALE, S. L. y NELSON, W. L. 1970.** Fertilidad de los Suelos y fertilizantes. Ed. Monotoner y Simón S.A. Barcelona, España.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA. 1977. Análisis Geo-económico de Zapopan. Instituto de Geografía y Estadística de la Universidad de Guadalajara. Ed. U de G.

VIEETS, R. L. 1965. The Plant Need and Use of Nitrogen. In *Agronomy 10* Amer. Soc. Agronomic, Madisson Wisconsin.

VILLALPANDO, I. J.F. 1984. Metodología de Investigación en Agroclimatología para aspirantes e investigadores del INIP, INIF e INIA. SARH-INIFAP.

VILLAREAL, F. E. y BYERLY, M. K. 1984. Metodología para la Planeación de la Investigación Agrícola a partir de Problemas de la Realidad. Unidad de Planeación de la Investigación. INIA-SARH. México.

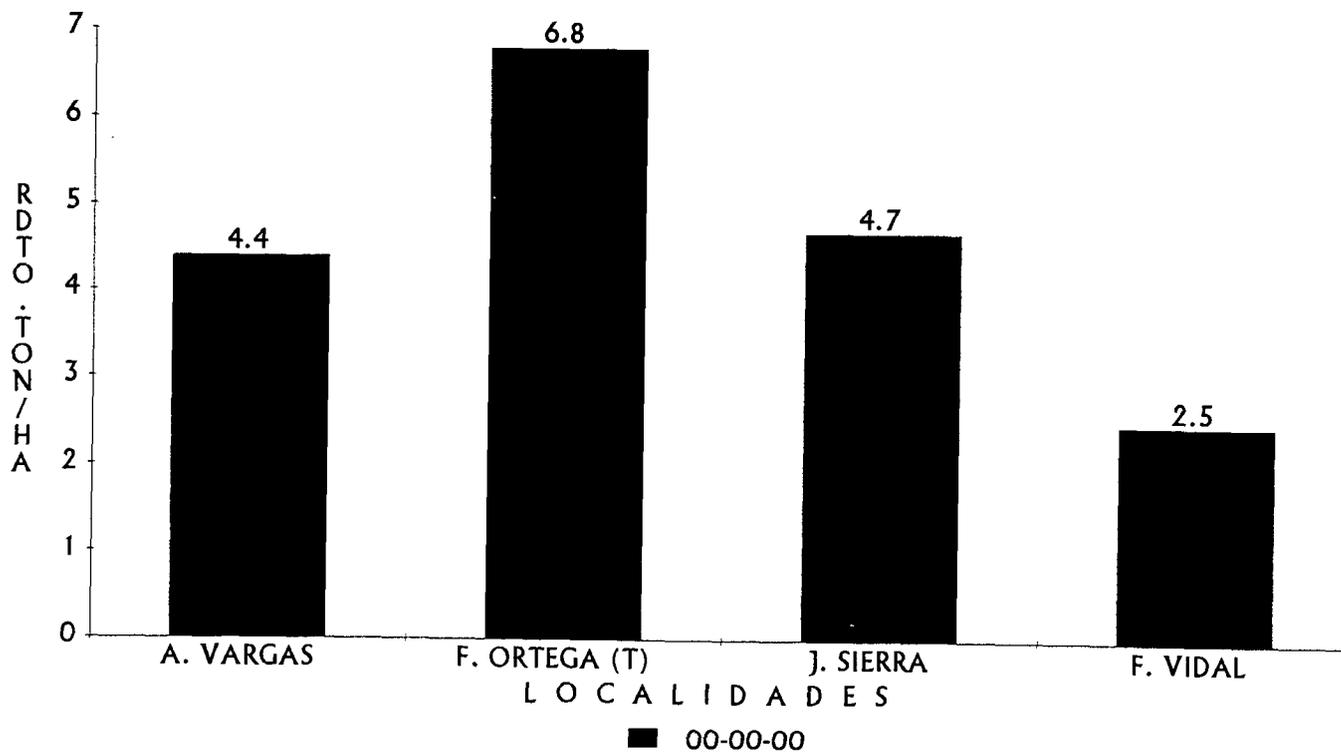


Figura 1A. Representación del nivel de fertilidad natural del suelo de algunos productores en donde se muestran los rendimientos obtenidos sin fertilizar el cultivo. Nextipac, Jal. Ciclo P.V. 1989.

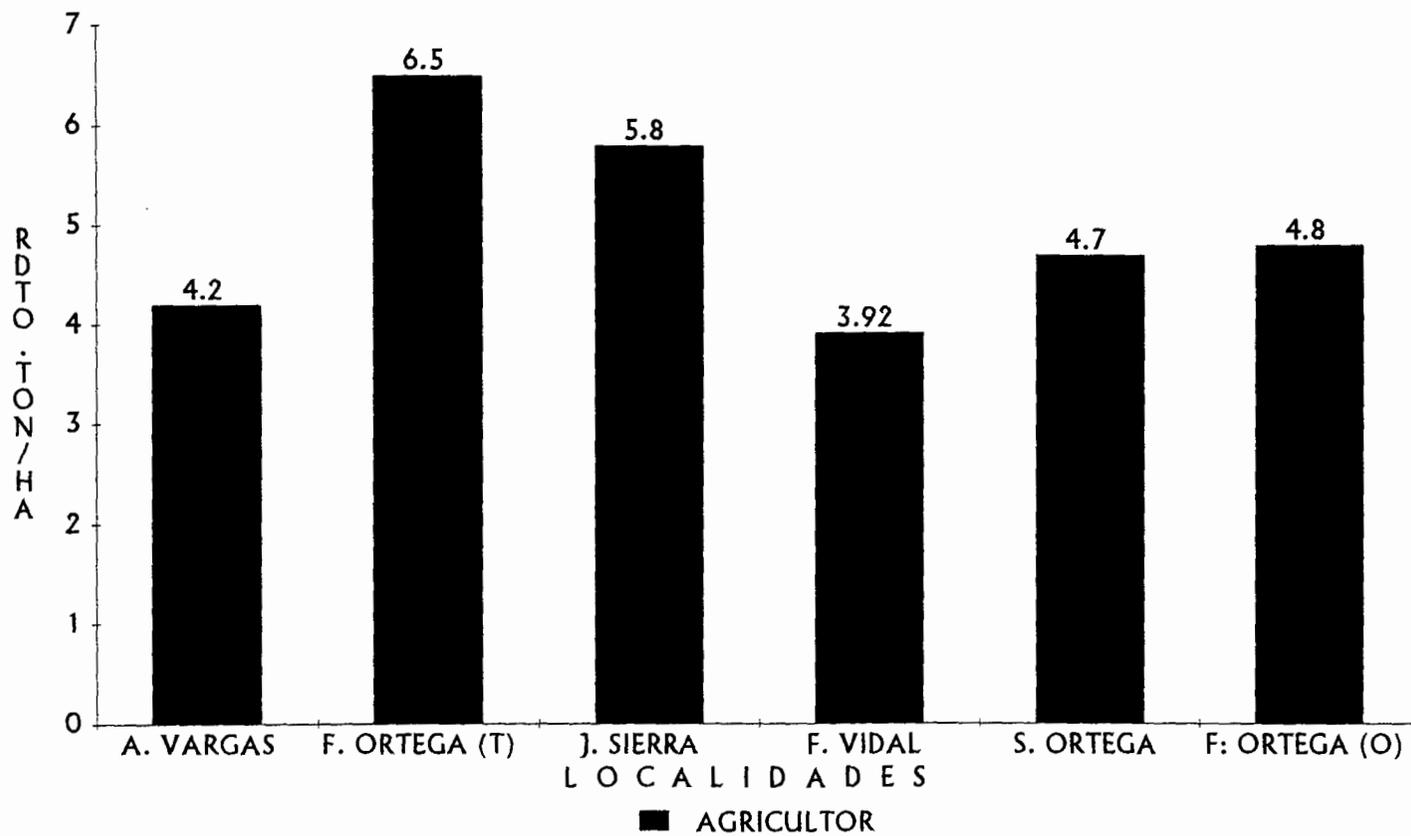


Figura 2A. Rendimientos obtenidos en las parcelas de algunos productores, utilizando su fertilización tradicional. Nextipac, Municipio de Zapopan, Jal. Ciclo P.V. 1989.

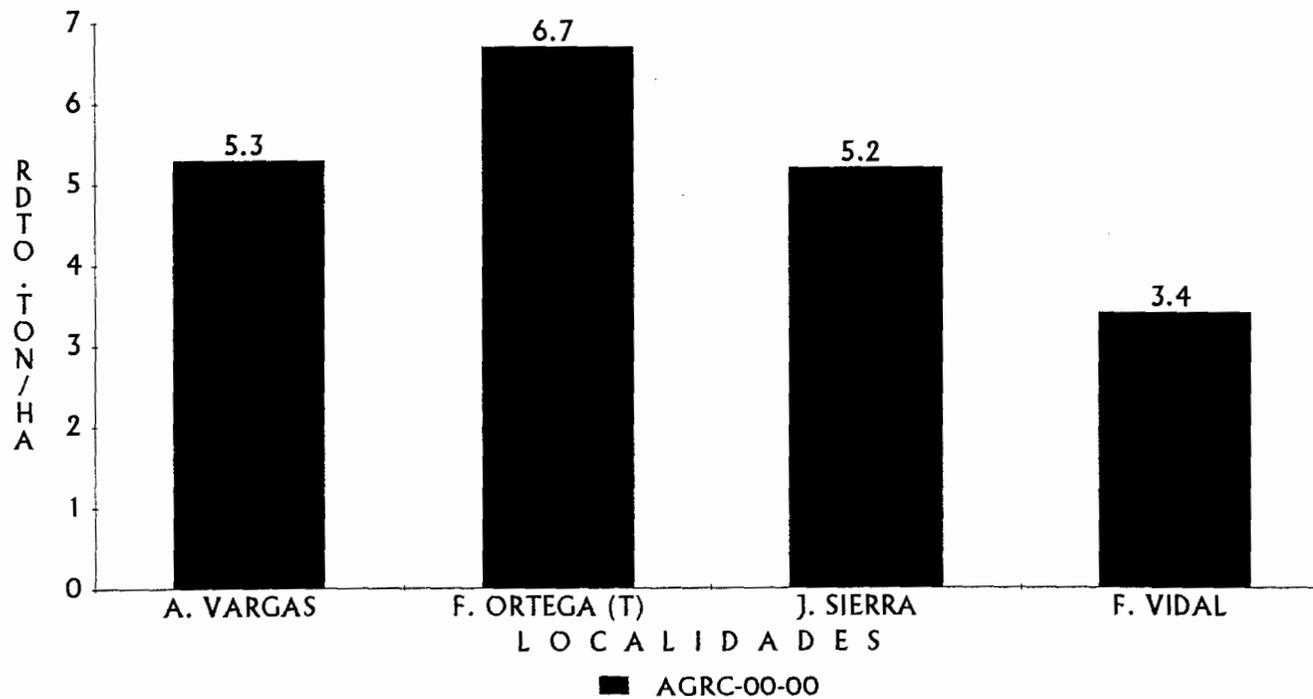


Figura 3A. Rendimientos de Maíz obtenidos de diferentes parcelas del Ejido Nextipac, con aplicación de Nitrógeno. Ciclo P.V. 1989.

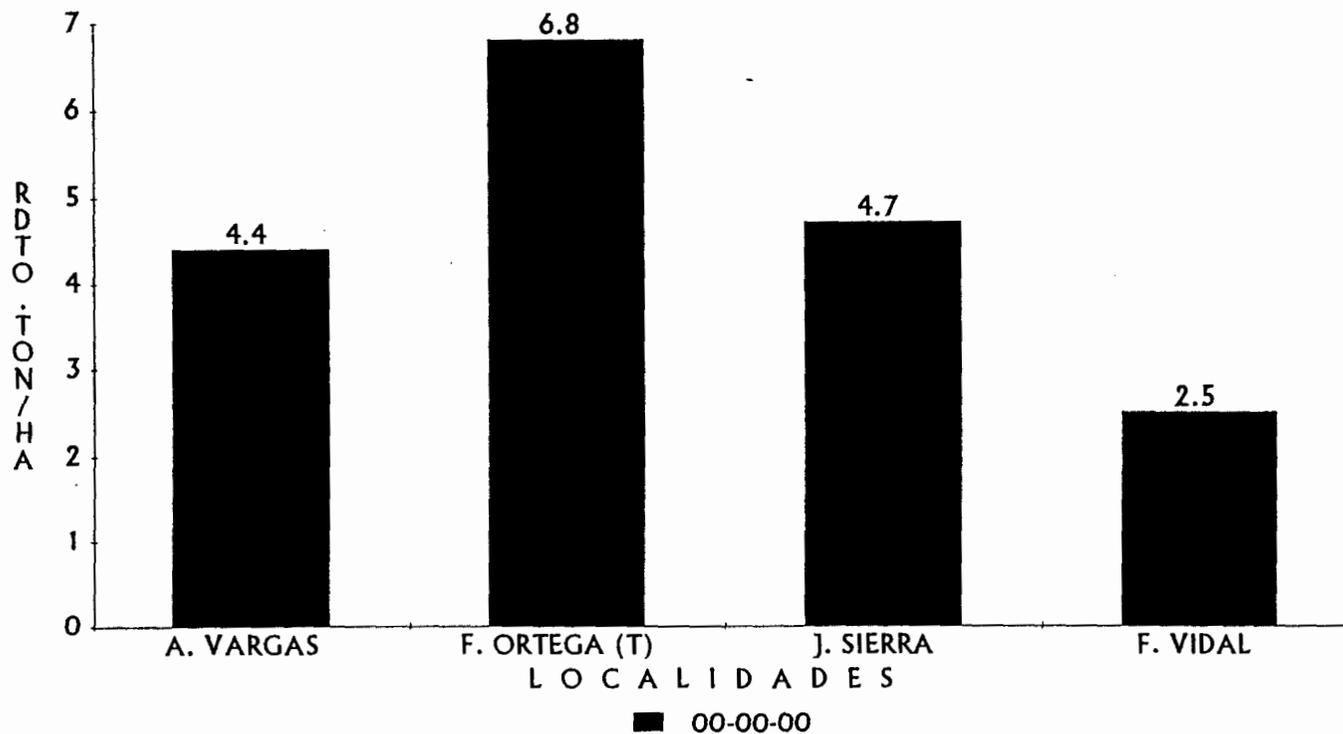


Figura 4A. Rendimientos de Maíz obtenidos de diferentes parcelas del Ejido Nextipac, sin aplicación de Nitrógeno. Ciclo P.V. 1989.

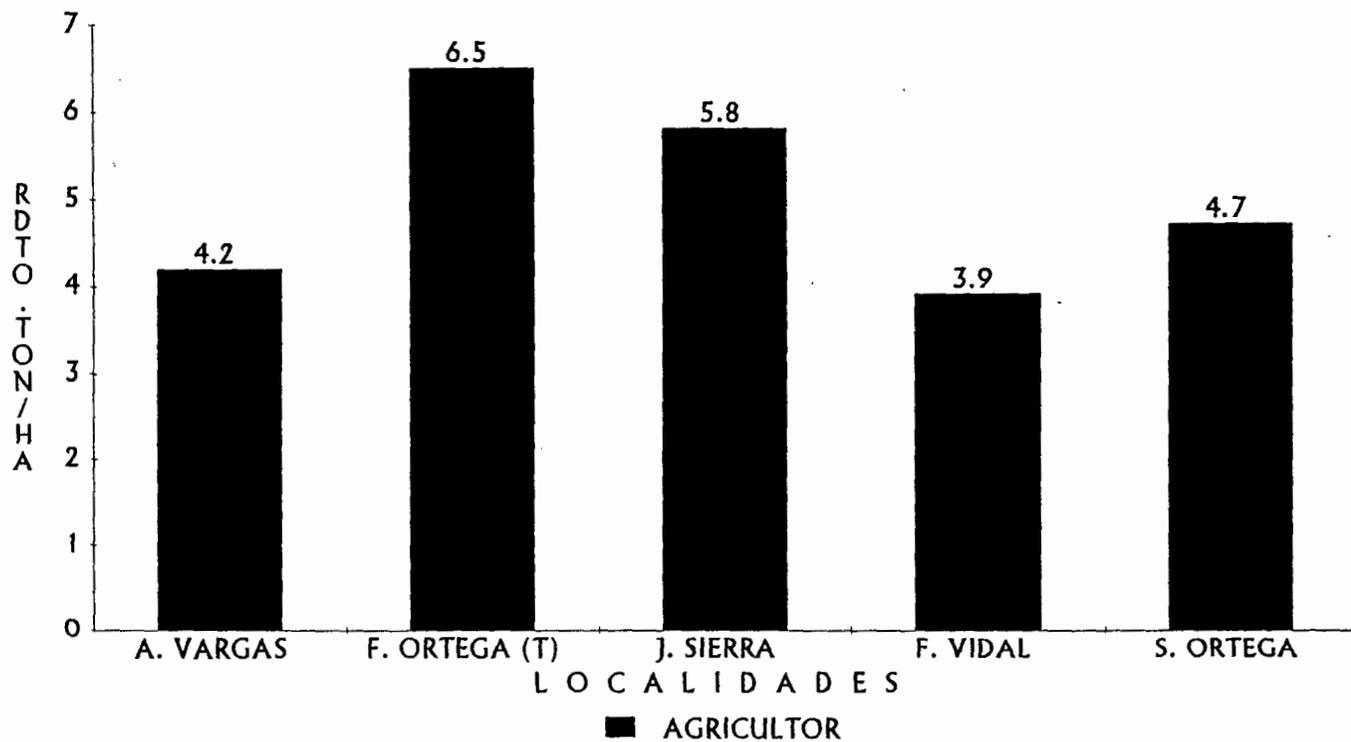


Figura 5A. Rendimientos de Maíz obtenidos de diferentes parcelas del Ejido Nextipac, cuando se aplicó Fósforo. Nextipac, Jal. Ciclo P.V. 1989.

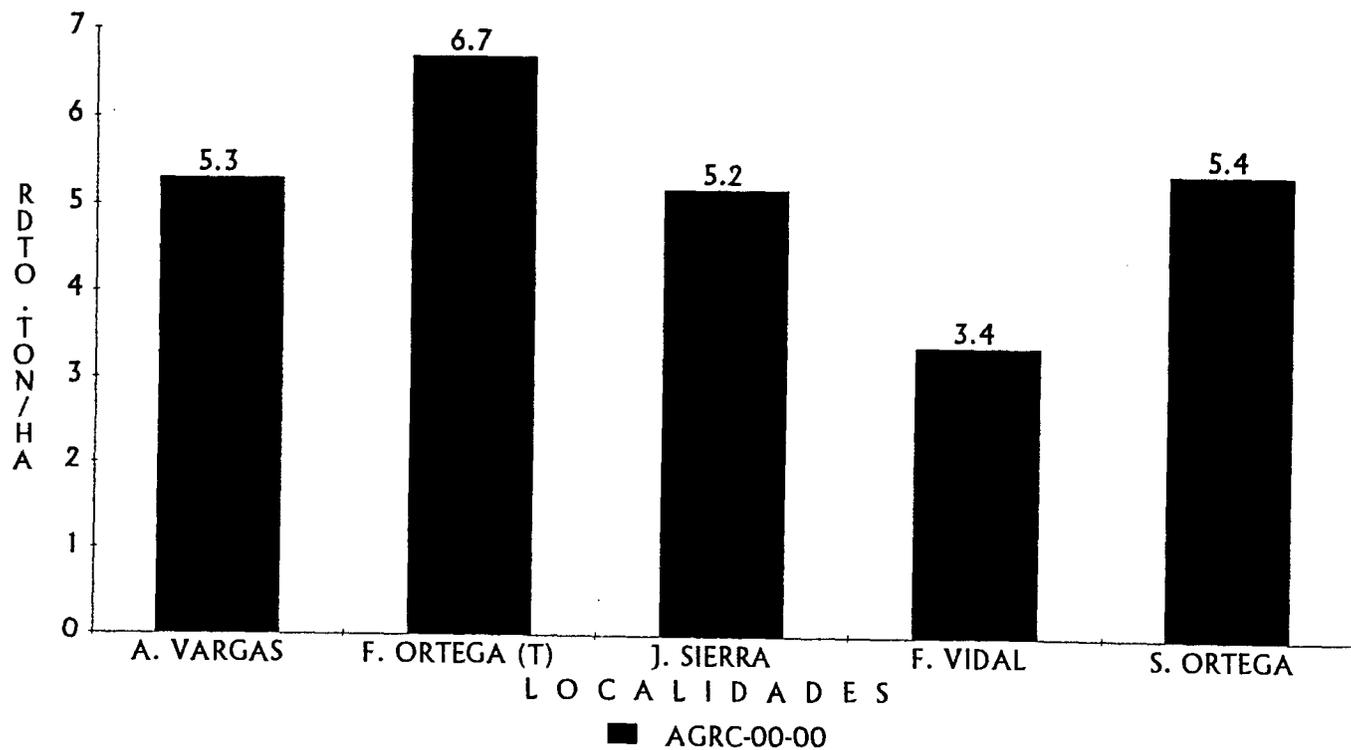


Figura 6A. Rendimientos de Maíz obtenidos de diferentes parcelas del Ejido Nextipac, cuando no se aplicó Fósforo. Nextipac, Jal. Ciclo P.V. 1989.

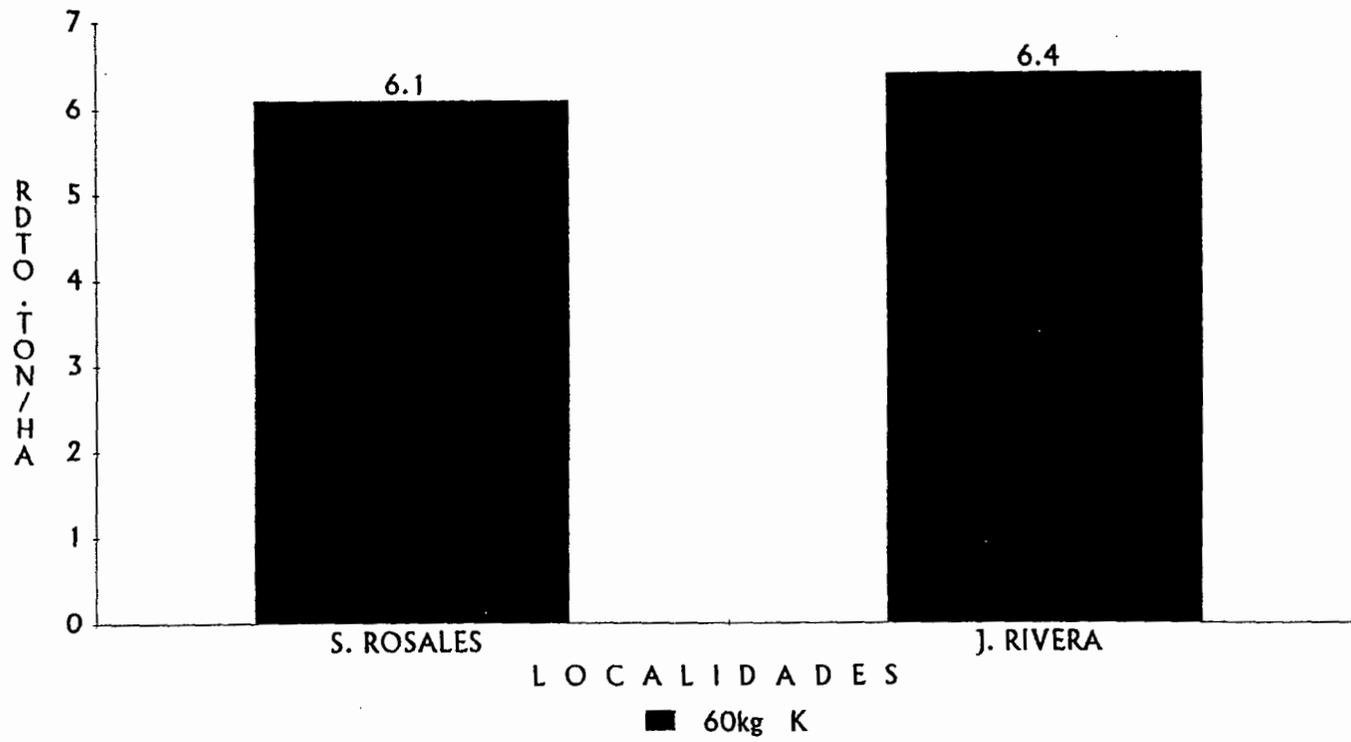


Figura 7A. Rendimientos de Maíz obtenidos de diferentes parcelas del Ejido Nextipac, aplicando Potasio. Nextipac, Municipio de Zapopan, Jal. Ciclo P.V. 1989.

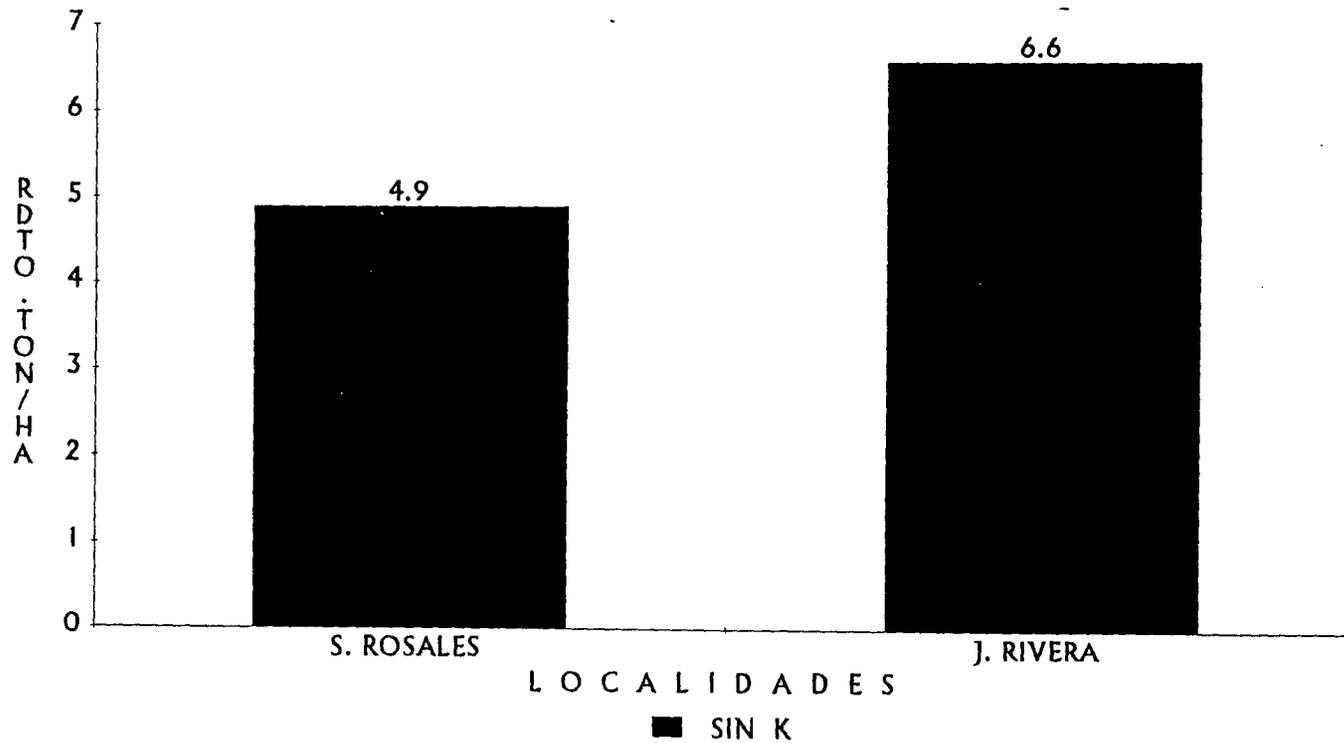


Figura 8A. Rendimientos de Maíz obtenidos de diferentes parcelas del Ejido Nextipac, sin aplicar Potasio. Nextipac, Municipio de Zapopan, Jal. Ciclo P.V. 1989.