

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRONOMIA



“ EVALUACION DE UN METODO PRACTICO PARA ESTIMAR
COSECHAS EN MAIZ EN NOCHIXTLAN, OAXACA ”.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A N:

JOSE CEJA ANDRADE

RAMIRO MACIEL RENTERIA

GILBERTO MARQUEZ TREJO

RUBEN GONZALEZ LOPEZ

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal. a 25 de Junio de 1994



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA
COMITE DE TITULACION

OSU76025/94
 OFI83025/94
 OGA78025/94
 OFI80025/94

SOLICITUD Y DICTAMEN

SOLICITUD

M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA.
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION.
P R E S E N T E.

Conforme lo indica la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara y su Reglamento, así como lo establece el Reglamento Interno de la Facultad de Agronomía, he reunido los requisitos necesarios para iniciar los trámites de Titulación, por lo cual solicito su autorización para realizar mi TESIS PROFESIONAL, con el tema:

"EVALUACION DE UN METODO PRACTICO PARA ESTIMAR COSECHAS EN MAIZ EN NOCHIXTLAN, OAXACA".

ANEXO ORIGINAL Y DOS COPIAS DEL PROYECTO DEL TRABAJO DE TITULACION.

MODALIDAD: Individual () Colectiva (X).

Nombre del Solicitante	Código	Generación	Orientación o Carrera	Firma del Solicitante
JOSE CEJA ANDRADE	682000589	71-76	SUELOS	<i>Jose Ceja Andrade</i>
RAMIRO MACIEL RENTERIA	074051332	74-79	FITOTECNIA	<i>Ramiro Maciel Renteria</i>
GILBERTO MARQUEZ TREJO	732001069	73-78	GANADERIA	<i>Gilberto Marquez Trejo</i>
RUBEN GONZALEZ LOPEZ	080413505	84-89	FITOTECNIA	<i>Ruben Gonzalez Lopez</i>

Fecha de Solicitud: 02 de mayo de 1994

DICTAMEN

Vo. Bo. de Aprobación

M. EN C. SALVADOR MENA MUNGUIA

PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

AUTORIZACION DE IMPRESION

M.C. JAIME RODRIGUEZ MACIEL

DIRECTOR

ING. JOSE MARIA AYALA RAMIREZ
ASESOR

ING. MANUEL GALINDO TORRES
ASESOR

VO.BO. PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

M. EN C. SALVADOR MENA MUNGUIA

FECHA: 6 de junio de 1994

Original: Solicitante. Copia: Comité de Titulación.

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Mater, la UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, por haber hecho de mí una persona preparada.

Al "Plan Nochixtlán" dependiente del COLEGIO DE POSTGRADUADOS, por haberme permitido el empleo de resultados de campo para realizar este trabajo de investigación.

Al M.C. JAIME RODRIGUEZ MACIEL, quien fungió como Director de esta investigación y por sus acertados consejos en la dirección de la citada investigación.

A los ASESORES de este trabajo, por su valiosa orientación.

A todos MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS con quienes de alguna manera u otra, contribuyeron a la realización de este trabajo.

DEDICATORIAS

Quiero dejar constancia de mi agradecimiento más sincero con cariño y respeto a mis Padres;

SR. PEDRO CEJA ORDAZ
SRA. VICTORIA ANDRADE DE CEJA

Con cariño a mis Hermanos:

PABLO
BERTHA
ALICIA
YOLANDA
SAMUEL
PATRICIA
JORGE
CRISTINA
M. REFUGIO
MARIA CRUZ
M. GUADALUPE
PEDRO
RAFAEL
ISRAEL

Con todo cariño a mi Esposa:

LUZ MARIA

e hijos:

ARIZBETH
JOSE
ORVIL ZAIZ

Con gratitud a mis Maestros, en especial al:

ING. RAFAEL ORTIZ MONASTERIO

quien me dió todas las facilidades, tanto en el Laboratorio de Suelos, como en el campo; en el diálogo personal, que fue muy amplio.

Con respeto y gratitud al:

ING. JAIME RODRIGUEZ MACIEL, Maestro y Director de esta tesis.

JOSE CEJA ANDRADE

DEDICATORIAS

Dedico con todo cariño y afecto a quienes siempre me tuvieron confianza; en que algún día podría llegar a ser un buen profesionista a beneficio de la sociedad.

A MIS PADRES

Como tributo y dedicación que en todo momento me dieron y como un recuerdo para ellos.

A MIS HERMANOS

Especialmente a J. JOSE GUADALUPE, quien siempre me apoyó en lo económico y en lo moral.

A MI ESPOSA

Por su confianza que siempre guardó en mí.

A MIS HIJAS

Para que les sirva de camino e imagen del esfuerzo que hoy realizo para ellas.

PARA TODOS MIS AMIGOS

Con quienes convivo en las diferentes organizaciones sociales y del propio trabajo. Especialmente para la comunidad Tamazulense que me dió - oportunidad de forjarme.

RAMIRO MACIEL RENTERIA

DEDICATORIAS

A mis Padres:

GILBERTO
GERTRUDIS

Que me apoyaron en mi vida de estudiantado.

A mis Hermanos:

EDMUNDO
HORTENCIA
CANDELARIA
AARON

Que me soportaron en mi vida de estudiante, que es cuando
no se soporta uno solo.

A mi Esposa:

LETICIA

e Hijos:

JOSUE
RUTH

A mi Director de Tesis:

ING. JAIME RODRIGUEZ MACIEL

Por la orientación recibida durante el desarrollo de mi tesis.

A mis Maestros:

Que gracias a sus esfuerzos logré la culminación de mi carrera.

GILBERTO MARQUEZ TREJO

DEDICATORIAS

A mis Padres:

JESUS Y DOMITILA

Por haberme dado la vida y hacerme hombre de provecho.

A mis Hermanos:

JOSE, JESUS, ELIAS, MA. CRISTINA, MA. DEL REFUGIO, ISMAEL, MARGARITA
Y SOCORRO

Por su apoyo incondicional que me brindaron en los momentos
difíciles.

A mis Tíos:

ANDRES Y MARIA

Por sus sabios consejos y apoyo constante.

A mi Esposa:

por su amor y comprensión.

A mi Hijo:

RUBEN

El estímulo en mi carrera.

A MI FACULTAD, A MIS MAESTROS, A MIS COMPAÑEROS

Con gratitud y respeto.

RUBEN GONZALEZ LOPEZ

I N D I C E

	Pág.
1	
INTRODUCCION	1
1.1	2
Objetivos.	2
1.1.1	2
Objetivo general	2
1.1.2	3
Objetivos específicos.	3
1.2	3
Hipótesis.	3
1.2.1	3
Hipótesis general.	3
1.2.2	3
Hipótesis específica	3
2	
REVISION BIBLIOGRAFICA	4
2.1	4
Separación de cambios en los promedios anuales de rendimientos, debido al uso de tecnología y efecto del clima.	4
2.2	5
Estudio del efecto de la tecnología mejorada sobre los rendimientos en la faja maicera de los Estados Unidos.	5
2.3	7
Evaluación de algunos caracteres morfológicos del maíz con respecto a su uso en la predicción de rendimientos	7
2.4	8
Métodos objetivos en los componentes de la predicción del rendimiento de maíz.	8
2.5	10
Estimación de rendimientos en maíz como actividad evaluativa.	10
2.6	11
Prueba de métodos de estimación de rendimientos en maíz en la región del "Plan Puebla".	11
2.7	12
Factores climáticos que determinan el rendimiento máximo	12
2.8	13
Rendimientos reales para áreas de secano	13
2.9	15
Estimación de rendimientos en Nochixtlán, Oax.	15
2.10	16
Estimación de rendimientos en maíz en el Programa de Alta Producción de Maíz en el Estado de Jalisco.	16
2.11	16
Estudio de una modificación de método de tres etapas para obtener una ecuación empírica generalizada del rendimiento de maíz.	16
3	
MATERIALES Y METODOS	18
3.1	18
Descripción del área	18
3.1.1	18
Superficie	18
3.1.2	19
Orografía.	19
3.1.3	19
Hidrografía.	19
3.1.4	20
Topografía	20
3.1.5	20
Geología	20
3.1.6	21
Clasificación climática.	21
3.1.7	21
Vegetación	21
3.1.8	22
Suelos	22
3.1.9	23
Erosión.	23
3.1.10	24
Agricultura.	24

	Pág.
3.1.11 Ganadería	24
3.1.12 Tenencia de la tierra	25
3.1.13 Comercialización.	26
3.1.14 Descripción de sistemas de producción	26
3.1.14.1 Maíz cajete o de humedad.	26
3.1.14.2 Maíz asociado	28
3.1.14.3 Trigo de temporal	30
3.1.14.4 Trigo de humedad.	33
3.1.14.5 Alpiste	34
3.1.14.6 Frijol.	35
3.1.14.7 Maíz de temporal.	35
3.2 Materiales.	37
3.3 Métodos	38
3.3.1 Método Directo.	38
3.3.1.1 Selección de sitios dentro del predio	38
3.3.1.2 Datos de campo por cada sitio	39
3.3.1.3 Cálculo del rendimiento unitario Kg/ha.	41
3.3.2 Método de la Mediana.	44
4 RESULTADOS Y DISCUSION.	47
4.1 Análisis de rendimientos por método de estimación de - rendimientos en maíz. 1991.	47
4.1.1 Método Directo.	47
4.1.2 Método de la Mediana.	49
4.1.3 Comparación del Método de la Mediana.	50
4.2 Análisis de rendimientos por método de estimación de - rendimientos en maíz. 1992.	52
4.2.1 Método Directo.	52
4.2.2 Método de la Mediana.	54
4.2.3 Comparación del Método de la Mediana.	55
4.3 Análisis de rendimientos por método de estimación de - rendimiento en maíz. 1993	57
4.3.1 Método Directo.	57
4.3.2 Método de la Mediana.	57
5 CONCLUSIONES.	66
6 RECOMENDACIONES	67
7 LITERATURA CITADA	68

INDICE DE CUADROS, GRAFICAS Y FIGURAS

Cuadro		Pág.
1	Distribución de rendimientos en maíz a través del Método Directo. 1991	48
2	Distribución de rendimientos en maíz a través del Método de la Mediana. 1991	49
3	Distribución de rendimientos por método de estimación de rendimiento en maíz. 1991	51
4	Distribución de rendimientos en maíz a través del Método Directo. 1992	52
5	Distribución de rendimientos en maíz a través del Método de la Mediana. 1992	54
6	Distribución de rendimientos por método de estimación de rendimiento en maíz. 1992	56
7	Distribución de rendimientos en maíz, a través - del Método Directo. 1993	57
8	Distribución de rendimientos en maíz, a través - del Método de la Mediana. 1993	58
9	Distribución de rendimientos por método de estimación de rendimientos en maíz. 1993	59
10	Distribución de rendimientos medios unitarios - - (kg/ha) por método de estimación de rendimientos - en maíz, precisión porcentual del Método de la Mediana por año de investigación	63
Gráficas		
1	Distribución de rendimientos medios de los Métodos Directos y Mediana. 1991	53
2	Distribución de rendimientos medios de los Métodos Directo y Mediana. 1992	61
3	Distribución de rendimientos medios de los Métodos Directo y Mediana. 1993	64
4	Distribución de rendimientos medios de los Métodos Directo y Mediana. 1991-1993	65

RESUMEN

En el área de influencia del "Plan Nochixtlán" dependiente del Colegio de Postgraduados, región donde se llevó a cabo esta investigación que consiste en probar el Método de la Mediana, mismo que fue comparado con el Método Directo o de Pesadas Totales de la Muestra, al cual se le ha atribuido una eficiencia de 100% para estimar el rendimiento unitario en maíz en términos de Kg/ha, en los tres años de investigación (1991-1993), participando 276 predios, en 19 núcleos de población, tomando en cuenta que al seleccionar una mazorca que fuera representativa del conjunto de la muestra, ésta es considerada como una medida paramétrica de estimación de la media, encontrándose además en ésta la información de las condiciones en que se dió el sistema de producción, así como el comportamiento del clima a través de su ciclo vegetativo.

Este método es consistente para estimar los rendimientos unitarios en términos de Kg/ha, puesto que en los 3 años de investigación se tuvo una eficiencia del 86%, 88% y 93.21%, con respecto al Método Directo.

1. INTRODUCCION

En México, la investigación sobre metodologías para estimar rendimientos unitarios en maíz ha sido muy precaria, lo que ha ocasionado que la mayor parte de la producción se cuantifique en base a especulaciones y apreciaciones hechas por autoridades ejidales, presidentes municipales, etc. En los últimos años se han desarrollado algunos métodos que permiten una mayor confiabilidad en la predicción de rendimientos en maíz, tal es el caso de algunos métodos diseñados por el Colegio de Postgraduados de Montecillos, Edo. de México, que van desde pesadas directas de la muestra hasta el empleo de modelos matemáticos, metodologías que actualmente siguen vigentes en su aplicación en los planes regionales de Desarrollo Agrícola Regional adscritos al Centro de Enseñanza, Investigación y Capacitación para el Desarrollo Agrícola Regional con sede en la ciudad de Puebla, dependiente del propio Colegio de Postgraduados, comprendiendo los Estados de Michoacán, Puebla, Oaxaca y Chiapas.

De acuerdo a lo anterior y con el propósito de presentar una evaluación de un método práctico para estimar rendimientos en maíz, que fue desarrollado en la Mixteca

Oaxaqueña, específicamente en el área de influencia del "Plan Nochixtlán", dependiente del Colegio de Postgraduados, donde el cultivo del maíz es sembrado en 87 núcleos de población, ocupando una superficie de 12,919 Has., de las cuales el 78% corresponde a temporal, 6.11% de humedad y el 15.89% en asociación maíz-frijol.

Este método consiste en la selección de una mazorca típica de la muestra a la cual se le dió el nombre de mediana, haciéndose en ésta ajustes por concepto de humedad, para luego hacer inferencia el rendimiento en Ton/ha, en base al número probable de mazorcas existentes en tal superficie. Este método, desde luego, comparado con el de pesadas totales de la muestra, conocido como método directo, ésto para conocer la eficiencia con que estima el método de la mediana el rendimiento unitario.

Esta investigación contiene la experiencia de tres años consecutivos, con el fin de obtener información acerca de su practicidad y eficiencia en su empleo.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Conocer el grado de presición del método de la "mediana" por año de investigación, con el fin de sugerir su empleo, o en su defecto, proponer otras alternativas de investigación.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) A través de este método, conocer el rendimiento unitario, así como el volumen de producción para cualquier región.
- b) Que la metodología sea fácil de aplicarse, utilizando conocimientos elementales de aritmética y geometría.
- c) Ejecutar las estimaciones de rendimientos en maíz, de una manera rápida y eficiente.

1.2 Hipótesis

1.2.1 Hipótesis general

La precisión de la confiabilidad de este método depende de una buena selección de la mazorca típica representativa de la muestra. Este expresado en unidades porcentuales.

1.2.2 Hipótesis específica

Los rendimientos unitarios en términos de kg/ha obtenidos con este método de la "mediana" pueden estar sobre el 60% de confiabilidad.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

La agricultura practicada bajo condiciones de temporal, el clima juega un papel muy importante en la producción de los cultivos, lo que hace necesario que los investigadores -al respecto- tengan en cuenta el efecto del clima sobre la variación de los rendimientos. Algunos trabajos relacionados con este tema, sobresalen los realizados en la faja maicera de los Estados Unidos, siendo algunos de ellos los siguientes:

2.1 Separación de cambios en los promedios anuales de rendimientos, debido al uso de tecnología y efecto del clima

Runge (1958) estudió la separación de cambios en los promedios anuales de rendimiento, debido al uso de tecnología y efecto del clima durante el periodo 1903 a 1956 en Urbana, Illinois, tomando en cuenta la relación entre la precipitación y la temperatura máxima diaria y el rendimiento de maíz. Para este periodo estimó la tendencia de los rendimientos, utilizando la regresión lineal, usando como variable independiente los años que cubrió el estudio, aplicando el siguiente modelo:

$$y = a_0 + bx$$

donde:

y = es el rendimiento de maíz en bushel/acre.

a0 = la ordenada del origen.

b = la pendiente de la recta.

x = el año.

De este análisis de regresión se obtuvo la ecuación:

$$y = 66.77 + 0.4784 x$$

con un coeficiente de determinación (R^2) de 19.49.

2.2 Estudio del efecto de la tecnología mejorada sobre los rendimientos en la faja maicera de los Estados Unidos

En un estudio hecho por Shaw et al (1965) durante el periodo 1929 a 1962 en la faja maicera de los Estados Unidos, donde utilizaron dos series de promedios anuales de rendimientos de maíz, una serie correspondió al Estado de Iowa y la otra parte a la faja maicera. Donde para tal efecto utilizaron tres métodos para calcular índices climáticos:

- a) Calcularon índices climáticos siguiendo el procedimiento descrito por Shaw (1964), que llamaron "tendencia para todos los años".
- b) Promediaron los rendimientos por periodo de 9 años. Se usaron los rendimientos que cayeron dentro de un rango de 85% a 115% del promedio

de los 9 años, para desarrollar una regresión lineal que llamaron "tendencia de años seleccionados".

c) Comprendió el uso de diversas tendencias para aproximar la tendencia apropiada.

Los índices climáticos fueron desarrollados para medir y eliminar la influencia del clima de los rendimientos actuales y poder observar la tendencia de la tecnología. En Iowa los cambios en los rendimientos en maíz fueron debido a cambios en la tecnología; y para la faja maicera los incrementos en los rendimientos fueron más constantes, es decir, con menos variaciones, empleando el siguiente modelo:

$$X_1 = B_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_4X_4$$

donde:

X_1 = rendimiento de maíz para grano.

X_2 = índice climático para el rendimiento de maíz.

X_3 = adopción de semilla híbrida en términos de porcentaje del total de acres sembrados con semilla híbrida.

X_4 = población de plantas como un porcentaje de la población en 1962.

El 97% de la variación total de los rendimientos para la faja maicera y el 93% para el Estado de Iowa, fue explicado por esta ecuación, por lo que los coeficientes

de regresión (bi) y los coeficientes de determinación (R^2) fueron altamente significativos.

2.3 Evaluación de algunos caracteres morfológicos del maíz con respecto a su uso en la predicción de rendimientos

El Corn-Yield-Wather Research Project, inició en 1938 un estudio conjunto entre el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y la Estación Experimental Agrícola de Iowa. En este proyecto su objetivo principal es el investigar la posibilidad de relacionar ciertos caracteres morfológicos medidos en diferentes estados de desarrollo del cultivo de maíz con su rendimiento final. La mayoría de los trabajos se han enfocado en establecer la relación existente entre los caracteres de la mazorca y las dimensiones de la planta con respecto al rendimiento de la progenie de estas plantas. Mucho de este trabajo fue conducido para aprender la asociación entre promedios anticipados por los varios resultados finales que las mazorcas mostraron y la capacidad encontrada en estas mismas, para producir altos rendimientos.

Shafer and Wingans (1979) atacaron el problema relacionado con las características de plantas de maíz a los rendimientos de plantas semejantes trabajando con cruza simples y dobles. Estos reportaron coeficientes de correlación de 0.60 a 0.85 entre el peso de la materia será producida y el peso de grano seco, siendo este tipo

de relaciones las que son de interés en esta investigación.

Por otra parte, Kenneth R. Keller (1942) en el intento para predecir rendimientos en maíz a partir de caracteres morfológicos de la planta, encontró que en Ames (1940), los caracteres o combinaciones de caracteres que proporcionan mayor información a este respecto son:

- a) Altura de la lígula.
- b) Tamaño de la mazorca (producto de la longitud y diámetro).
- c) El número de mazorcas. Se encontró que están asociadas con el rendimiento.

Obtuvo coeficientes de correlación de 0.94, 0.87 y 0.67, respectivamente, empleando la información obtenida de todas las variedades, sugiriendo que es más importante hacer las mediciones cuando las mazorcas alcanzan un estado definido de desarrollo en lugar de formar una muestra grande.

2.4 Métodos objetivos en los componentes de la predicción del rendimiento de maíz

Huddleston, H.F. (1958) menciona que en los últimos cuatro años el "Agricultural Estimates Division, AMS" ha conducido amplios estudios sobre métodos objetivos de predicción del rendimiento para varias cosechas importantes. Algunos resultados del estudio fueron realizados en algodón

en el Sur, y en soya en los estados centrales del Norte. El resultado de los estudios realizados sobre el maíz se concreta en un proyecto que ha sido realizado en cooperación con el Iowa State College, durante varios años este reporte resume los resultados obtenidos de los estudios conducidos sobre predicción del rendimiento de maíz en el Sur y en los Estados Norcentrales. Los datos fueron colectados de muestras probabilísticas de campos pertenecientes a las dos regiones por un periodo de cuatro años (1954-1957). La muestra de 1954 consistió en 200 predios pertenecientes a 10 Estados del Sur; este número se incrementó a 400 predios en 1955, y 600 en 1956 y 1957. En 1956 los 600 predios en 11 Estados Norcentrales adicionando a Kentucky y Virginia al programa. Estos mismos Estados fueron cubiertos en 1957.

La confiabilidad estadística de los datos puede ser avalada de una manera general por la variación muestral de campo a campo que presentaron las observaciones en los sitios muestreados sobre el peso de la mazorca madura. Esta variabilidad es cerca del 80% en base a cada predio dentro de una muestra, aún siendo tan pequeño como 200 predios, será solamente de $800/\sqrt{200}$, o menor de 6%.

De hecho, el error de muestreo en los datos observados es solamente un componente del error posible en una predicción de rendimiento derivado de estos datos. El desarrollo

de fórmulas objetivas para predicción de rendimientos descansa en las características observables de las plantas y el suficiente conocimiento de su comportamiento en la fructificación, de manera tal, que las características observadas en la planta en cualquier fecha pueden traducirse como un indicador de rendimiento. En estas regiones para el primero de Septiembre todas las mazorcas presentes tienen oportunidad de alcanzar la madurez y, en su mayoría, están bien desarrolladas, pero aunque el maíz parezca maduro no significa que ha rendido toda la materia seca en el grano.

Para el primero de Octubre prácticamente todas las mazorcas han alcanzado el contenido de materia seca esperado en el grano al momento de cosechar, excepto en campos en donde la maduración es más tardía.

2.5 Estimación de rendimientos en maíz como actividad evaluativa

Zepeda (1982) en un estudio realizado en el Estado de Oaxaca, menciona que la estimación de rendimientos en maíz es una actividad evaluativa que los programas del Colegio de Postgraduados, ubicados en los Distritos de Desarrollo Rural de algunos Estados del País, han venido utilizando como un mecanismo o forma que permita evaluar el impacto de éstos, así como la eficiencia en que se llevan a cabo las acciones emprendidas. Este mismo

autor llevó a cabo dos estimaciones de rendimientos de maíz, mediante el método directo o de pesadas totales de la muestra, encontrando que los bajos rendimientos se deben principalmente a:

- a) La utilización de semilla criolla.
- b) El tratamiento de fertilización fue bajo, empleándose en promedio: 56-00-00, siendo que la recomendación es 120-40-00.
- c) El usuario no tiene crédito para el cultivo de maíz y el 90% de ellos carecen de asistencia técnica e igualmente falta divulgación de la tecnología generada.

2.6 Prueba de métodos de estimación de rendimientos en maíz, en la Región del "Plan Puebla"

Olmedo (1981) en un trabajo realizado en la Región del "Plan Puebla", sobre estimación de rendimientos en maíz, donde probó 13 métodos para este caso, incluyendo modelos matemáticos de predicción de cosechas, encontrando que 8 de estos métodos son más precisos que dicho modelo matemático que en esta Región se emplea, siendo los siguientes:

- a) Estimación previa del agricultor.
- b) Peso de la muestra de mazorca en campo.
- c) Peso del grano de la muestra en campo.

- d) Volumen de grano en la muestra de campo (medición con totomoxtle).
- e) Volumen de grano en la muestra de campo (medición sin totomoxtle).
- f) Peso de mazorcas en muestra del granero (número de matas).
- g) Peso del grano en muestra del granero (número de matas en el campo).
- h) Apreciación de cosecha por el agricultor.

Este mismo autor apoya que el método de estimación por regresión utilizado por el "Plan Puebla" resulta desventajoso para regiones lejanas a Chapingo, pues se requiere forzosamente del servicio de perforación, programación y computación del Centro de Estadística y Cálculo.

2.7 Factores climáticos que determinan el rendimiento máximo

Según Doorembos et al (1979) define el rendimiento máximo como el rendimiento cosechado de una variedad de gran producción bien adaptada al ambiente vegetativo que se trate, incluyendo el tiempo disponible para llegar a su madurez en condiciones tales, que su rendimiento no esté limitado por el agua, los nutrientes, las plagas o las enfermedades. Estudiando este autor los factores que determinan el rendimiento máximo, encontró que los que tienen mayor influencia son: la temperatura, la radia-

ción y la duración de la estación vegetativa total; además de las necesidades específicas del cultivo.

En cambio, Ortiz (1982) menciona que para determinar los rendimientos máximos se emplean los métodos conocidos, tales como:

- a) Método de Wageningen, y
- b) Método de las zonas agroecológicas.

El primero fue propuesto por ILRI (International Institute for Land Reclamation and Improvement) de Wageningen. Este método se basa, principalmente, en la determinación de la materia seca corregida por el cultivo, temperatura y el clima de la zona en el período vegetativo. Experimentalmente fue probado en alfalfa, maíz, sorgo y trigo.

El siguiente método parte del supuesto que para el cultivo se satisfacen las necesidades climáticas y que no afectan a su desarrollo ni a su rendimiento potencial: el agua, los nutrientes, la salinidad, las plagas o las enfermedades. Este mismo autor, al comparar estos métodos para estimar los rendimientos máximos, encontró que el método de Wageningen es el que presenta mayor variación.

2.8 Rendimientos reales para áreas de secano

La FAO (1978) propone que para calcular los rendimien-

tos reales en zonas temporales, se deberá de considerar la variabilidad de la lluvia, el riesgo por la escasez de agua, plagas y enfermedades, denominándolos como restricciones agroclimáticas.

Estas restricciones agroclimáticas fueron semi-cuantificadas en términos de reducción en los rendimientos, de acuerdo al tipo de restricción y su severidad para cada cultivo.

Las restricciones las agrupa en cuatro grupos y tres grados de severidad:

- Grupos:
- a) Restricciones resultantes de la escasez de humedad durante el período de crecimiento como una mala distribución de la lluvia.
 - b) Restricciones debidas a plagas, enfermedades y malas hierbas que afectan el desarrollo físico del cultivo.
 - c) Restricciones por varios factores (a y b) que afectan la formación y calidad de la cosecha.
 - d) Restricciones debidas a dificultades de trabajabilidad y manipuleo del producto por un exceso de humedad en la tierra o en el producto.

La severidad de las restricciones se clasifican como sigue:

- Calificación: 0) Ninguna -o ligera-. No produce pérdida-significativa en los rendimientos.
- 1) Moderada. Se producen pérdidas del orden del 25% de los rendimientos.
- 2) Severa. Se producen pérdidas del orden del 50% de los rendimientos.

2.9 Estimación de rendimientos en Nochixtlán, Oax.

Según el Archivo General (1992) del "Plan Nochixtlán", del Colegio de Postgraduados, se encontró que éste es considerado como un plan tipo del "Plan Puebla", por lo que para la estimación de cosechas en maíz, se utilizó la metodología de este Plan.

En 1978 el "Plan Nochixtlán", en su área de influencia, generó un modelo matemático de predicción de cosechas en maíz, el cual está basado en la regresión múltiple. En este año se contaba con 6,620 has. con maíz, que para tal efecto se tomó una muestra simple aleatoria en 22 núcleos poblacionales y las condiciones climáticas, en cuanto a temperatura, se contaba con una media de 22.5°C y una precipitación pluvial de 550.6 mm. distribuidos en 62 días, con lluvia apreciable. Los resultados obtenidos fueron: de una muestra de 124 predios, solamente fue posible muestrear con maíz 86 de ellos, que comprenden

un total de 258 sitios u observaciones y tomando en cuenta la longitud y diámetro de las mazorcas de la muestra, fueron datos suficientes para que a través del procesamiento electrónico se obtuviera un modelo matemático de predicción de cosechas.

2.10 Estimación de rendimientos en maíz en el Programa de Alta Producción de Maíz en el Estado de Jalisco

De acuerdo al curso impartido por la Facultad de Agronomía (1992) titulado "Inducción para Asesores Técnicos Agrícolas, se mostró una metodología para estimar cosechas en maíz, cuando éste haya llegado a su madurez fisiológica, donde además de tomar las muestras representativas de cada predio, se elaboró una constante para cada variedad basada en el número de granos por unidad de peso, es decir, determinar el número de granos que conforman un gramo, para así hacer inferencia al peso de mazorca y sucesivamente hacer la apreciación a la unidad de superficie (Ha), con fundamento en su densidad de mazorcas/ha, haciendo de antemano los ajustes pertinentes por concepto de humedad.

2.11 Estudio de una modificación de método de tres etapas para obtener una ecuación empírica generalizada del rendimiento de maíz

A este respecto, Zárate (1976) en un estudio realizado en la región Sur del Istmo de Tehuantepec, Oax., señala

algunos aspectos a considerar en una estimación de rendimientos en maíz, siendo éstos los siguientes:

- 1.- Una práctica común entre los investigadores para evaluar a las "Ecuaciones Empíricas Generalizadas", es el estudio del criterio sobre el valor del coeficiente de determinación (R^2).
- 2.- Es frecuente observar que el orden de magnitud de la R^2 de las "Ecuaciones Empíricas Generalizadas" es grande, lo que significa que gran parte de la variación del rendimiento puede ser explicada con las variables involucradas en estas ecuaciones.
- 3.- Muchos investigadores todavía dudan de la efectividad de las ecuaciones empíricas generalizadas, para generar recomendaciones estimadas a partir de funciones de producción que sean significativas y confiables, comparándolas con otros enfoques más sencillos.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del área

El Ex-Distrito de Nochixtlán, políticamente es parte de la división interna que tiene el Estado de Oaxaca, donde existe la representación de los poderes Judicial y Legislativo, formado por 32 municipios y 64 comunidades. Ubicado en la parte Noroeste del Estado, colindando con los Ex-Distritos de: Coixtlahuaca y Cuicatlán, al Norte; Sola de Vega y Zaachila, al Sur; al Este, con Etla; y al Oeste, con Teposcolula y Tlaxiaco, limitando por las coordenadas 97° con $14'$ de Longitud Oeste, 17° con $27'$ de Latitud Norte y una altura promedio de 2000 msnm.

3.1.1 Superficie

Específicamente el "Plan Nochixtlán" se encuentra ubicado en 26 municipios de la parte Central del Estado de Oaxaca. Este comprende una superficie de 323,547 Has. (Rodríguez, 1982), de las cuales son sembradas aproximadamente 25,000 Has., predominando el cultivo del trigo con 9,500 Has. Le sigue el de maíz con 7,900 Has, alpiste con 3,000 y el frijol con 2,200 Has, considerando unicamente

las siembras de temporal, no tomando en cuenta las tierras ociosas y en descanso.

Siendo también de menor importancia el cultivo de alfalfa y frutales, por no ocupar considerables extensiones de terreno.

3.1.2 Orografía

La Mixteca Alta Oaxaqueña, generalmente presenta un perfil montañoso, debido precisamente a que en ella se encuentra una serie de sierras, además de valles. En las primeras se encuentran, principalmente la Sierra Madre del Sur, la cual es una prolongación de la Sierra Madre Occidental; y otras de menor importancia, alcanzando éstas, alturas mayores de 2500 msnm y los valles alcanzan alturas superiores a los 1500 msnm, siendo principalmente en éstos donde se practica la agricultura.

3.1.3 Hidrografía

En la región se distinguen principalmente 3 cuencas, las cuales son: la del Alto Papaloapan, Río Balsas y la del Río Verde, existiendo además, gran número de arroyos, los cuales en su trayectoria se van juntando, llegando a formar así 3 principales corrientes que son: Río Jiquilo, Nochixtlán y Peñoles; el primero nace en la parte Norte

y Noroeste del Distrito, siendo un afluente inicial del Papaloapan; en la parte Central y Oeste nace el Río Nochixtlán, que pasa por el Centro en dirección Suroeste, juntándose más adelante en los límites del Distrito con el Río Peñoles, que éste a su vez nace en la parte Sureste con un curso en dirección Suroeste para al final ser afluente del Río Verde, que desemboca en el Océano Pacífico.

3.1.4 Topografía

La Mixteca Alta Oaxaqueña se caracteriza por tener una topografía accidentada, predominando las laderas y cañadas con pendientes pronunciadas, siguiendo lomeríos con pendientes moderadas, formando también pequeños valles relativamente planos con pendientes ligeramente suaves, donde es practicada la agricultura.

3.1.5 Geología

Los materiales geológicos que dieron origen a las sierras y a los suelos que actualmente existen en esta parte y en el Estado de Oaxaca, se produjeron a principios del Cenozoico, donde son escasos los depósitos aluviales y donde hubo efusiones volcánicas, arrojando materiales intrusivos en la Sierra Madre del Sur. En general, los materiales geológicos que dieron origen a los suelos

de la Mixteca, son rocas sedimentarias, esquistos y gneis, productos de intemperismo físico y químico de los materiales originales.

3.1.6 Clasificación climática

De acuerdo a los datos climatológicos recabados en la Estación Meteorológica de Nochixtlán, el clima es como sigue:

Temperatura media de 17°C y el tipo de clima es BS₁ kw (x')(i') g, con una precipitación anual de 440.8 mm.

El carácter semi-árido del clima de Nochixtlán (el menos seco de los BS).

3.1.7 Vegetación

Se encuentran bosques de encino (Quercus sp), que se distribuyen arriba de los 8400 msnm, en donde comienzan las afloraciones de la roca ígnea, con pendientes fuertes del 45%, forman masas densas de más de 100% de cobertura. En los lugares muy húmedos las ramas se encuentran cubiertas con vegetación de la familia Bromeliaceae, tales como Tillandsia usneoides y Bromelia sp. En el estrato inferior cuando se aclara el suelo aparece el chaparral de manzanita Artrostaphylus sp y madroño, así como pastos del género

Hilaria sp, Muhlebergia sp, Bouteloua sp y Aristida sp.

En lo que corresponde a la vegetación arbórea, los campesinos frecuentemente cortan los árboles más viejos, con el fin de aclarar el bosque para practicar agricultura en cultivos tales como: maíz en sus diferentes asociaciones, trigo, etcétera y pastoreo.

Se encuentran, además, bosques de pino-encino, localizados inmediatamente abajo del bosque de encino 2100-2400 msnm, en arcilla y limo, abajo de las rocas ígneas. Domina en manchones, sus alturas son de 20 a 25 mt. y se interrumpe por formaciones boscosas de palo blanco, palo chivo y encino colorado.

En las laderas, abajo del bosque de pino-encino, en la transición entre lo más frío y húmedo, prosperan los Juniperus (Juniperus sp). Además de encontrarse otras especies, como son Ramón Zomoque (Rhus sp.), Rosáceas, Acacias y en el estrato inferior algunas gramíneas.

3.1.8 Suelos

Los suelos actuales del área son producto de los materiales que componen la Sierra Madre del Sur aparecida en el Cenozoico, donde son escasos los depósitos aluviales y proliferan las efusiones volcánicas, pudiéndose decir

que los suelos de esta parte ha tenido como materiales primarios a rocas sedimentarias, esquistos gneis de formación aluvial principalmente en los valles y en menor grado del tipo coluvial, además de que la mayoría de los suelos presentan una reacción alcalina (Zúñiga, 1979).

3.1.9 Erosión

Desde hace muchos años los mixtecos emplearon la rosa para cultivar la tierra. De esta manera los bosques se fueron poco a poco deteriorando y sin la protección de las plantas la capa del suelo fue arrastrada por el agua y el viento, quedando solamente tepetate, una tierra blanca, seca, pobre (marco de referencia de INIFAP), por lo que en gran parte de los suelos del área del Distrito están fuertemente erosionados y presentan una gran pobreza de material orgánico, siendo las causas de la erosión las siguientes:

Sobrepastoreo, deforestación irracional de árboles y arbustos, la topografía accidentada dominante, el material geológico que es fácilmente arrastrable; el uso inadecuado de las tierras en cultivo, ya que de estas el 14.48% no es adecuada a la agricultura (Esparza, 1980).

Existen áreas como desérticas, de improductividad que corresponden al orden del 2.8% de la superficie total.

3.1.10 Agricultura

En la región se identifican, principalmente, dos tipos de agricultura bien definidos, siendo la mecanizada y la no mecanizada o de tecnología tradicional. La primera se desarrolla -principalmente- en los valles, donde se siembra trigo, maíz, alpiste y frijol, tanto de temporal como de riego. Siendo característico este tipo de agricultura por utilizar maquinaria y además la utilización de fertilizantes, pesticidas, herbicidas y semillas mejoradas. En tanto, el otro tipo de agricultura se caracteriza por ser de temporal, utilizándose todavía la yunta de bueyes para la labranza del suelo y empleándose semilla criolla para la siembra principalmente de maíz, asociación maíz-frijol y trigo.

3.1.11 Ganadería

En su mayoría, en la región existen razas criollas de ganado mayor como menor, correspondiendo a la primera: bovinos y equinos; a la segunda: caprinos, ovinos y porcinos, debido precisamente a que el problema de la ganadería en esta región se viene desarrollando a partir de la agricultura de subsistencia, la cual origina una alimentación precaria para las especies, por lo que el tipo de explotación es extensiva, dado que las técnicas de produc-

ción son rudimentarias y que trae como consecuencia el sobrepastoreo.

El mejoramiento genético es muy deficiente y corresponde en algunos casos a la clasificación de introducción. Debido a esta carencia, se ha ocasionado que las especies criollas a través del tiempo se han venido degenerando al cruzarse con sementales criollos de baja calidad.

Las especies mayores son comercializadas dentro de la región, principalmente para carne y trabajo, por lo que la leche es poco aprovechada. En las especies destinadas para el trabajo, además de los bueyes, la vaca es considerada como animal de trabajo, la cual también contribuye como integrante en la junta para ejecutar labores de labranza.

3.1.12 Tenencia de la tierra

Este es el principal problema que prevalece tanto en la región como a nivel estatal. Esto se debe principalmente a la forma de ser de sus habitantes y al subdesarrollo de la misma, lo que dió origen -en parte- a existencia de tierras ociosas.

El régimen dominante de tenencia de la tierra es la comunal y ejidal, existiendo en menor escala la pequeña propiedad, considerándose muchos de los poseedores de

las tierras comunales como pequeños propietarios, ya que pagan contribuciones, las cuales son aceptadas.

Existe también una pequeña fracción de poseedores, los cuales son los pequeños propietarios.

En el desarrollo de sus actividades agrícolas el tamaño de parcela es de 1.3 Has.

3.1.13 Comercialización

Las actividades de comercialización dentro de la región son muy frecuentes, debido precisamente a dos causas bien específicas como son: la producción de autoconsumo y el intermediarismo comercial.

3.1.14 Descripción de sistemas de producción

3.1.14.1 Maíz cajete o de humedad

Adopta el nombre de cultivo de maíz cajete o de humedad, debido a que éste es sembrado en suelos de valle profundo donde estos suelos tienen gran capacidad de almacenar la humedad. Es sembrado en hileras y asociado con frijol. La preparación del terreno se inicia en Noviembre, que consiste en 2 o 3 barbechos; uno después de levantar la cosecha anterior y los otros a intervalos de 15 a 20 días, quedando listo para el surcado. La siembra se efectúa en los meses de Febrero a Marzo, sembrándose

en Febrero a Marzo. Sembrándose en Febrero aquellos suelos que conservan mayor humedad residual y las siembras de Marzo sólo en terrenos que conservan menos humedad residual. Los implementos utilizados para la siembra después del surcado que generalmente se realiza con arado egipcio, es la "coa" con la cual se cajetea hasta encontrar la humedad del suelo y "picar" posteriormente con la barretilla, depositando de 3 a 4 semillas en el fondo, cubriéndose con el suelo húmedo.

La semilla empleada es criolla, la distancia entre surcos es de 70 cm y la separación entre matas varía de 1.25 a 1.75 mt., teniendo poblaciones de 25 a 40 mil plantas por hectárea. El sistema de siembra se realiza a tres bolillos. El ciclo vegetativo de este cultivo es de 8 meses.

Las labores culturales se realizan de los 65 a los 85 días después de la siembra, denominada "labra" y la segunda labor o "cajón". Ambas se realizan con yunta, utilizando arado egipcio. En algunos terrenos preferentemente donde hay exceso de humedad se da una tercera labor con "coa", arrojando la base del tallo y así proteger al cultivo del exceso de humedad y al derribamiento de las matas.

Una de las principales características fenotípicas de las plantas es la altura, ya que alcanzan de 3 hasta

4 mt. Algunos agricultores ejecutan la "dobla", la cual tiene como finalidad de evitar el acame y asimismo facilitar la cosecha. Esta práctica es llevada a cabo generalmente por los meses de Septiembre y Octubre.

El uso de fertilizante químico es poco generalizado, lo que es utilizado con mayor frecuencia es el uso de abono orgánico proveniente del ganado, aplicándose en el terreno en baja proporción y sin una distribución uniforme. Normalmente a este cultivo lo atacan plagas como gusano cogollero y otros, pero no son de mucha importancia en la producción, por lo que no se controlan.

La cosecha tiene lugar en los meses de Noviembre a Diciembre. La mayor parte es destinada al autoconsumo familiar y en caso de excedente se canaliza al mercado local; los esquilmos son destinados para el consumo del ganado bovino dentro de la finca. El promedio de producción de grano por hectárea es de 2100 kg.

3.1.14.2 Maíz asociado

Este cultivo es asociado con frijol de guía larga, prosperando desde los valles hasta lomas y laderas, siendo en los valles bajo condiciones de temporal, humedad y de riego. Y en lo que corresponde a lomas y laderas es cultivado bajo condiciones de temporal, donde tiene lugar

en los valles, además de animales de labranza la utilización de maquinaria.

La preparación del terreno tiene lugar después de la cosecha anterior, seguido de uno o dos pasos de rastra. Posteriormente se surca y se siembra.

Existen casos que después de cosechar el trigo "aventurero" se procede a surcar sin ninguna preparación y se procede a sembrar. En los valles, en algunos casos, la preparación es con yunta, aunque en otros es utilizada la maquinaria. Este obedece a los fines e intereses que el agricultor persigue.

Las fechas de siembra están dadas en función de la época de iniciación del temporal, que normalmente tiene lugar desde Mayo a mediados de Junio. En su mayoría son semillas criollas para maíz y frijol, aunque en una mínima proporción se utilizan semillas mejoradas. Para sembrar una hectárea se emplean de 15 a 20 kg, con una distancia entre surcos de 70-90 cm y de 0.60 a 1.0 mt entre matas y con 3 a 4 plantas por mata. Obteniéndose así una densidad de población de alrededor de 40 mil plantas por hectárea. El frijol se siembra junto con el maíz, de una a dos semillas de frijol por mata de maíz, aunque en algunas ocasiones se mezcla también calabaza y haba.

La fertilización química es poco común, por lo que

se utilizan los excrementos del ganado como abono orgánico, pero de manera muy deficiente, debido a la poca disponibilidad de cantidades suficientes para cubrir el requerimiento que los suelos demandan.

La primera labor a escarda se realiza a un mes de la germinación, época en que la planta tiene de 15 a 20 cm. La segunda labor o "cajón" se realiza de 25 a 30 días después de la labra. Ambas, generalmente son realizadas con yunta, aunque algunos agricultores la realizan con tractor. Esto sucede en los valles.

El control de plagas es poco frecuente, la cosecha tiene lugar en los meses de Noviembre a Diciembre, recogién- dose primeramente el ejote o frijol. Posteriormente se pizca el maíz; y, finalmente, se cortan los esquilmos, llamados también rastrojo o zacate.

Se están obteniendo rendimientos del orden de 900 a 1500 kg/ha, y de frijol se obtienen 250 a 350 kg/ha. El destino de la producción es el mismo que se describió en maíz cajete.

3.1.14.3 Trigo de temporal

Es también llamado trigo de verano, el cual es sembrado al voleo. La preparación del suelo se inicia en los meses de Marzo a Mayo, dándose de uno a dos pasos de rastra.

La semilla es criolla, aunque también tienen participación las mejoradas como lo es el pavón y cajeme, con una densidad de siembra de 50 hasta 120 kg/ha. Una vez que la semilla es distribuida al voleo, en el terreno se practica la primera fertilización que conjuntamente se tapa con rastra de tractor o con rastra de ramas tirada con yunta.

La fertilización aunque es poco frecuente con químicos, se utilizan 100 kg de fosfato de amonio (18-46-0). En la primera aplicación y la segunda fertilización se realiza cuando el cultivo está en la etapa de macollo, empleándose 100 kg de urea y de 150 a 200 kg de Sulfato de Amonio.

Las labores culturales, básicamente consisten en el control de malas hierbas, mediante productos químicos y en ocasiones se hace en forma manual. Dentro de las malas hierbas la más nociva es la avena fatua y otras dicotiledoneas. Pero estas incidencias dependen de la preparación del terreno y su oportunidad.

La cosecha se realiza desde fines de Octubre a principios de Enero y ésta se puede dividir en tres categorías como son: la tradicional, que es practicada en las partes altas en donde la siega es manual y la trilla se realiza con animales.

La semicomercial es en la que tiene lugar la siega manual y la trilla se realiza con maquinaria tal como

trilladora estacionaria y la mecanizada. De estas tres categorías la mecanizada es la más barata, puesto que a través de la segadora combinada permite al agricultor obtener directamente el grano seco y limpio, aunque en algunas ocasiones al aire libre, con el fin de eliminarle algunas impurezas que pueden bajar su calidad.

La producción varía de acuerdo al tipo de semilla utilizada, de tal manera que cuando se utilizan semillas criollas se obtienen 800 a 1100 kg/ha de grano, y con la utilización de semillas mejoradas el rendimiento varía de 1500 a 2500 kg/ha de grano. La mayor parte de la producción de este grano es destinado a compradores locales o foráneos, los cuales obtienen un mayor beneficio, no obstante que los precios medios rurales son mayores a los precios de garantía. Los esquilmos del cultivo conocidos como paja quedan en el campo sirviendo para el consumo principalmente ovicaprino, siendo éstos pastoreados en el terreno después de la cosecha.

En el caso de la cosecha tradicional y semimecanizada los esquilmos generalmente son almacenados en la finca o protegidos en las parcelas para posteriormente suministrarlos al ganado.

3.1.14.4 Trigo de humedad

Este cultivo es sembrado con semilla criolla y se le conoce como trigo aventurero, al igual que el anterior, es sembrado al voleo.

La preparación del terreno se inicia por los meses de Junio y Julio donde se da un barbecho y un tercer barbecho en el mes de Agosto. Esto es con el fin que mediante los barbechos espaciados además de que el terreno se prepara convenientemente, la humedad ocasionada por las lluvias que se presentan en Verano es retenida por el suelo, humedad suficiente para que el cultivo cumpla con su requerimiento durante su ciclo vegetativo.

La siembra es distribuida al voleo, siendo tapada con rastra tirada por tractor o rastra de ramas tirada por yunta. Bajo este sistema de siembra la fertilización no se practica. Cabe mencionar que debido a las características genéticas el cultivo presenta gran capacidad de resistencia a las heladas (variedad criolla regional) atribuyendo los agricultores a éstas como factor benéfico para el buen desarrollo del cultivo.

Generalmente no se realizan deshierbes ni aplicación de productos químicos para el control de malas hierbas, dado que las bajas temperaturas suelen inhibir el crecimiento de malas hierbas y para la cosecha pueden tener lugar las tres categorías descritas anteriormente.

Los rendimientos se estiman en 750 kg/ha. La mayoría de la producción es de autoconsumo, que según información por los agricultores existe preferencia por su sabor, elasticidad y poder alimenticio. Solamente es comercializado en el mercado local.

3.1.14.5 Alpiste

Al igual que el trigo, el alpiste es sembrado al voleo, la preparación se realiza en los meses de Febrero a Abril, haciéndose un barbecho seguido de uno o dos pasos de rastra.

En la siembra se utiliza semilla criolla, misma que el agricultor recoge de la cosecha anterior, utilizando de 30 a 60 kg/ha. Después de la preparación del terreno, el alpiste se tira, tapándose con rastra, haciéndose o no acompañar la siembra con la fertilización, preferentemente el alpiste se siembra en terrenos con poca pendiente, misma que mantiene una adecuada retención de humedad, puesto que, en terrenos planos con mucha humedad la planta es tendiente a acamarse.

La fertilización se realiza en dos aplicaciones. En la siembra se aplican 100 kg de Fosfato de Amonio (18-46-0) y una segunda fertilización con 100 kg de urea o 200 kg de Sulfato de Amonio. Las labores culturales

consisten en deshierbes manuales. La cosecha coincide con los meses de Noviembre a Diciembre, obteniéndose un rendimiento promedio de 1000 kg/ha. La totalidad del producto se comercializa en el mercado local como en las foráneas, excepto la semilla que será utilizada en el ciclo agrícola siguiente.

3.1.14.6 Frijol

Este cultivo es sembrado en hileras o al voleo, siendo más común la siembra al voleo. La preparación del suelo es muy variable, desde el surcado hasta de quienes barbechan y rastrean, sembrándose desde el mes de Julio y parte de Agosto, empleándose alrededor de 45 kg/ha, siendo variedades criollas regionales de color negro.

La fertilización no es común. En los cultivos en hileras se practica un deshierbe manual y generalmente una escarda. La producción alcanza hasta 758 kg/ha, destinándose para el autoconsumo y un poco para el mercado local.

3.1.14.7 Maíz de temporal

Este cultivo es uno de los más principales en la región, el cual es sembrado en surcos e hileras, cuyo ciclo vegetativo comprende de 5 a 6 meses. La preparación

se inicia en los meses de Febrero y Abril, consistiendo en un barbecho, un rastreo y cruza, tomando en cuenta la irregularidad con que se presenta la iniciación del temporal, este cultivo establecido en los meses de Mayo hasta principios de Julio. Esto es, que en caso que la incidencia de lluvias ocurra en el mes de Mayo se procederá a iniciar la siembra.

En este tipo de cultivo es común la asociación de frijol, haba, calabaza y otros, éstos sin interrumpir el desarrollo vegetativo, permitiendo de esta manera obtener más de dos tipos de producto en el mismo ciclo agrícola.

Aunque no es generalizada la fertilización, existe tendencia a realizar en dos oportunidades: la primera se ejecuta en los primeros días de desarrollo, lo cual coincide con la labra o la escarda; y la segunda corresponde a la segunda escarda o "cajón".

La producción se obtiene dentro de los meses de Noviembre hasta principios de Enero. El rendimiento es de 1200 a 1350 kg/ha, utilizándose la mayor parte de la cosecha para el autoconsumo, y, en caso de excedente, se destina al mercado local y para la alimentación de especies menores y animales de trabajo.

3.2 Materiales

Los materiales empleados para los métodos de estimación de rendimientos en maíz, son los siguientes:

Método Directo:

- a) Una cadena de 20 m, que sea fácil de manejarse.
- b) Un flexómetro de 2 m.
- c) Bolsas de papel y polietileno.
- d) Báscula de reloj.
- e) Determinador electrónico de humedad.
- f) Etiquetas chicas.
- g) Báscula granataria.
- h) Bolsas de yute.
- i) Libreta de campo.
- j) Hojas de campo.
- k) Vehículo.

Método de la Mediana:

- a) Una cadena de 20 m, que sea fácil de manejarse.
- b) Flexómetro de 2 m.
- c) Bolsas de papel.
- d) Etiquetas chicas.
- e) Báscula granataria.
- f) Libreta de campo.
- g) Hojas de campo.
- h) Vehículo.

El método directo implica el auxilio de 3 peones de campo, un técnico y un profesionista a nivel licenciatura, de preferencia Ingeniero Agrónomo. En tanto que el método de la mediana solamente requiere de 2 peones de campo y un profesionista a nivel licenciatura, pero también deberá de considerarse cuando se trate de tomar muestras en poblaciones grandes, donde probablemente requiera de brigadas equipadas con este tipo de personal.

3.3 Métodos

3.3.1 Método Directo

La forma como se toman las muestras en los predios, estriba en la experiencia del "Plan Puebla", en donde el tamaño de muestra para las estimaciones de cosechas en maíz, en la tercera etapa se decidió dejar la muestra $K=3$ sitios por predio muestreado. Dicha muestra en número de sitios por predio, permite captar suficiente variación.

3.3.1.1 Selección de sitios dentro del predio

Cada sitio comprende una dimensión de 20 m lineales, que para este caso se tomaron tres sitios por predio. Cada sitio conforma una muestra y éstos deberán de ser distribuidos dentro del predio de una manera metódica y sistemática, que permita obtener una información general

y representativa del predio (Véase Figura 1).

3.3.1.2 Datos de campo por cada sitio

Teniendo determinada la ubicación y distribución de los sitios en el predio, en cada sitio, se toma la distancia entre surcos, se cuenta el número de plantas y número de mazorcas comprendido dentro de dos subsitios, ya sea el 1 con el 3 o el 2 con el 4. Asimismo, las mazorcas son cosechadas y depositadas en bolsas de yute de manera independiente para cada sitio. Una vez teniendo la cosecha de las muestras, se pesan en una báscula de reloj y se toman muestras para humedad y olote.

Para determinar humedad se necesitan 250 g, mismos que se obtendrán del conjunto de las mazorcas de cada muestra y por cada sitio. Las muestras de olote son depositadas en bolsas de papel debidamente referenciadas con la identificación de la muestra. De igual manera las muestras de humedad son depositadas en bolsas de polietileno e identificadas con los datos del predio. La identificación de éstas comprende: localidad, nombre del productor y fecha de muestreo.

Para un mejor manipuleo de esta información, los datos son concentrados en una hoja de campo (Véase Figura 2).

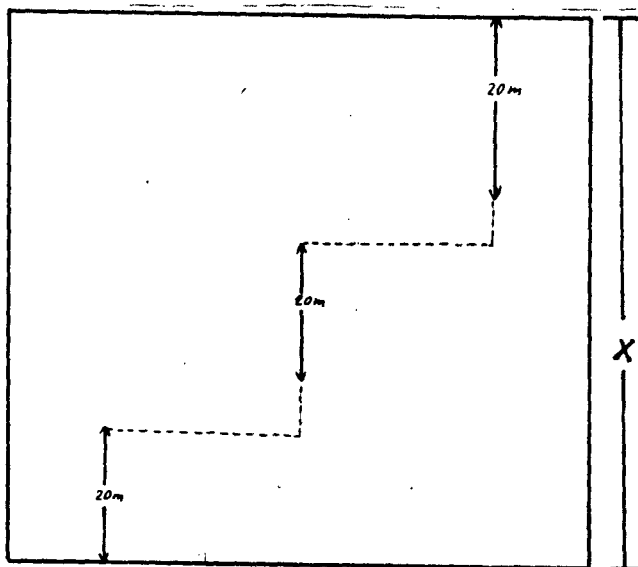


Figura 1. Distribución de sitios dentro del Predio.

3.3.1.3 Cálculo del rendimiento unitario kg/ha

Para calcular el rendimiento unitario, se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{Rdto. neto/ha} = \text{Rdto. bruto/ha} - (\% \text{ de humedad} + \% \text{ de olote})$$

donde:

Rdto. neto/ha = Rendimiento neto en Kg/ha.

Rdto. bruto/ha = Rendimiento bruto en Kg/ha.

% de humedad y % de olote = Parámetros de ajuste de rendimiento.

En lo concerniente a humedad, el rendimiento es ajustado a la humedad comercial que es de un 12 a un 14%. Para aplicar la fórmula anteriormente descrita, se debe de apoyar en los datos conciliados en la hoja de campo.

De tal manera que el rendimiento bruto estimado queda de la siguiente manera:

$$\text{Rdto. bruto Kg/ha} = \frac{(10,000) \left(\sum_{M=1}^3 \right)}{\sum_3}$$

S = 1

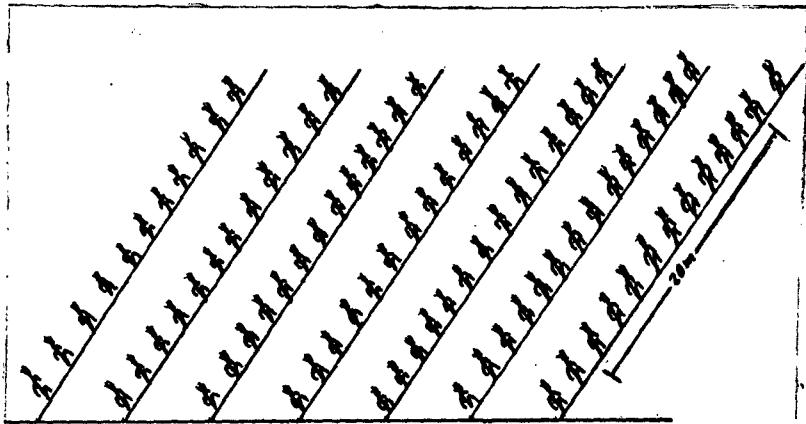


Figura 2. Tamaño del Sitio.

HOJA DE CAMPO. METODO DIRECTO

Localidad _____

Nombre del Productor _____

Fecha de Muestreo _____

Superficie del Predio _____

Investigador _____

No. de Sitio	Distancia en tre surcos	Superficie de surco	No. de plantas	Peso de mazorcas	% de olote	% de humedad
K_1	D_1	S_1	P_1	M_1	O_1	H_1
K_2	D_2	S_2	P_2	M_2	O_2	H_2
K_3	D_3	S_3	P_3	M_3	O_3	H_3
TOTAL	$\sum_{D=1}^3$	$\sum_{S=1}^3$	$\sum_{P=1}^3$	$\sum_{M=1}^3$	$\sum_{O=1}^3$	$\sum_{H=1}^3$

Rendimiento bruto _____ Kg/ha

Rendimiento neto _____ Kg/ha

Volumen de Producción en el Predio _____ Toneladas

3.3.2 Método de la Mediana

La toma de la muestra en el predio es exactamente la descrita anteriormente en el Método Directo. La diferencia que existe es que las mazorcas colectadas en cada muestra, son ordenadas de acuerdo a su longitud, donde una vez ésto, nos damos una idea general del conjunto de mazorcas y poder normar nuestro criterio, para seleccionar una mazorca que como referencia sea representativa del conjunto. Una vez seleccionada la mazorca, se deposita en una bolsa de papel -debidamente referenciada- con la identificación del predio así como el número de sitio a la que corresponde y es secada al sol hasta que ésta dé punto de desgrane. Logrado ésto la mazorca es desgranada y pesada mediante una báscula granataria, y tomando en cuenta el peso de ésta, se hace referencia a la población existente de mazorcas en el predio, de tal manera, que se obtendrá el rendimiento unitario y el volumen de producción en el predio.

También para un mejor manejo de datos de campo, éstos se concentran en una hoja de campo y para el cálculo del rendimiento unitario se emplea la siguiente fórmula, para cada sitio.

$$\text{Rdto. neto Kg/ha} = (m_1) (\text{NM/ha})$$

donde:

$$m_1 = \text{Peso de la mediana del primer sitio.}$$

HOJA DE CAMPO. METODO DE LA MEDIANA

Localidad _____

Nombre del Productor _____

Fecha de Muestreo _____

Superficie del Predio _____

Investigador _____

No. de Sitio	Distancia en tre surcos	Superficie de surco	No. de mazorcas	Peso de la mediana	Peso del grano	Peso de olote
K_1	D_1	S_1	M_1	m_1	G_1	O_1
K_2	D_2	S_2	M_2	m_2	G_2	O_2
K_3	D_3	S_3	M_3	m_3	G_3	O_3
TOTAL	$\sum_{D=1}^3$	$\sum_{S=1}^3$	$\sum_{M=1}^3$	$\sum_{m=1}^3$	$\sum_{G=1}^3$	$\sum_{O=1}^3$

Rendimiento bruto _____ Kg/ha

Rendimiento neto _____ Kg/ha

Volumen de Producción en el Predio _____ Toneladas

4. RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a la información obtenida en campo, la cual fue analizada, se discuten los resultados obtenidos de los métodos de estimación de rendimientos en maíz (Método Directo y Método de la Mediana). Ambos métodos fueron implementados en cada predio participante.

4.1 Análisis de rendimientos por método de estimación de rendimientos en maíz. 1991

4.1.1 Método Directo

Este método es conocido como Directo, porque permite conocer el rendimiento unitario de una manera directa, haciendo los ajustes pertinentes por concepto de humedad y olote. Asimismo, se tomará como patrón de comparación atribuyéndole una eficiencia de 100%, para comparar el método de la mediana. En este año para tal fin, participaron 7 núcleos de población con un total de 103 predios. A continuación se presentan resultados de esta investigación en el Cuadro 1.

CUADRO No. 1 DISTRIBUCION DE RENDIMIETNOS EN MAIZ A TRAVES DEL METODO DIRECTO. 1991

Comunidad o Municipio	No. de obser vaciones	Rendimientos es timado en Kg/ha
La Unión Zaragoza	14	1794
Sto. Domingo Nuxaa	21	2036
Asunción Nochixtlán	11	713
La Unión Jaltepec	16	1418
Santiago Tillo	16	1936
Magdalena Jaltepec	15	1038
San Pedro Tidaa	10	1380
	103	$\bar{x} = 1541.25$

4.1.2 Método de la Mediana

Este método fue implementado en las mismas comunidades y en los mismos predios que el Método Directo. En el Cuadro 2 se presentan los resultados con este método.

CUADRO No. 2 DISTRIBUCION DE RENDIMIENTOS EN MAIZ A TRAVES DEL METODO DE LA MEDIANA. 1991

Comunidad o Municipio	No. de obser vaciones	Rendimiento es timado en Kg/ha
La Unión Zaragoza	14	2002
Sto. Domingo Nuxaa	21	2619
Asunción Nochixtlán	11	811
La Unión Jaltepec	16	1520
Santiago Tillo	16	2108
Magdalena Jaltepec	15	1066
San Pedro Tidaa	10	1493
	103	$\bar{x} = 1756,47$

4.1.3 Comparación del Método de la Mediana

Tomando en cuenta los resultados obtenidos con el Método Directo y los obtenidos con el Método de la Mediana, en el Cuadro 3 se presentan resultados que nos permiten tener una evaluación más concreta de este método.

Según esta información captada en el Cuadro 3, el Método de la Mediana sobreestimó la producción unitaria en todas las comunidades participantes, observándose variaciones porcentuales que van de 2.69% hasta 28.63%, que de manera general este método sobreestima el rendimiento unitario en un 14%, por lo que se considera que éste tiene una precisión de 86% para explicar el rendimiento unitario en términos de kilogramo por hectárea. Esto se deduce de la columna del Método Directo y Método de la Mediana, calculándose para cada método su rendimiento unitario en Kg/ha, encontrándose que el Método Directo presenta un rendimiento medio de 1541.25 Kg/ha y el Método de la Mediana, un rendimiento medio de 1756.47 Kg/ha, de tal forma, que la precisión porcentual queda de la siguiente manera:

$$P.P. = \frac{\overline{MD} - \overline{MM}}{\overline{MD}} (100)$$

donde:

\overline{MD} = Rendimiento medio con el Método Directo.

CUADRO No. 3 DISTRIBUCION DE RENDIMIENTOS POR METODO DE ESTIMACION DE RENDIMIENTO EN MAIZ. 1991

Comunidad o Municipio	No. de Observaciones	Rendimiento estimado Kg/ha. Método Directo	Rendimiento estimado Kg/ha. Método de la media	Diferencia de rendimientos MD-MM Kg/ha	% de sobrestimación
La Unión Zaragoza	14	1794	2002	-208	11.59
Sto. Domingo Nuxaa	21	2036	2619	-583	28.63
Asunción Nochixtlán	11	713	811	-98	13.74
La Unión Jaltepec	16	1418	1520	-102	7.19
Santiago Tillo	16	1936	2108	-172	8.88
Magdalena Jaltepec	15	1038	1066	-28	2.69
San Pedro Tidaa	10	1380	1493	-113	8.18

103

\overline{MM} = Rendimiento medio con el Método de la Mediana.

Por lo tanto:

$$P.P. = \frac{1541.25 - 1756.47}{1541.25} (100) = 14\% \text{ de sobreestimación}$$

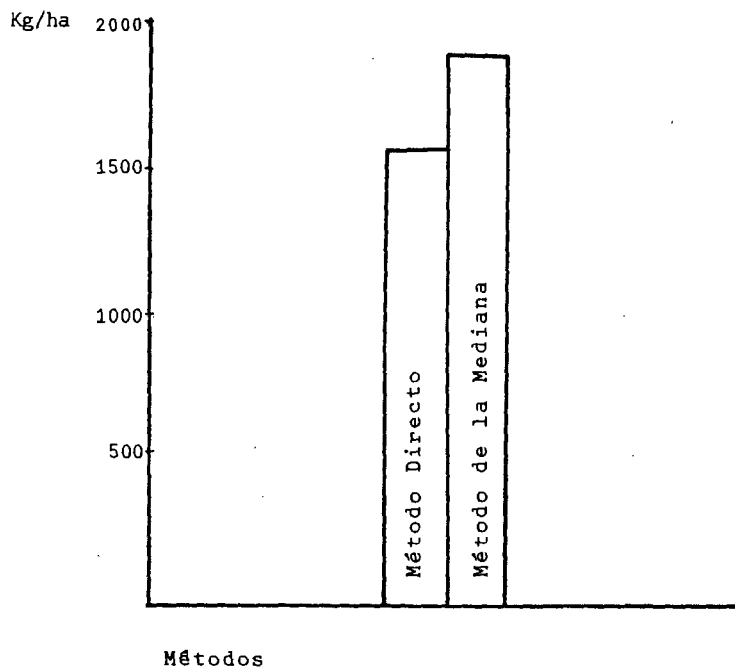
4.2 Análisis de rendimientos por método de estimación de rendimientos en maíz. 1992

4.2.1 Método Directo

Para este caso participaron 6 núcleos de población, con un total de 58 predios (ver Cuadro 4).

CUADRO No. 4 DISTRIBUCION DE RENDIMIENTOS EN MAIZ A TRAVES DEL METODO DIRECTO. 1992

Comunidad o Municipio	No. de obser- vaciones	Rendimiento es- timado en Kg/ha
El Oro Nuxaa	13	2123
Sto. Domingo Nuxaa	13	1388
San Andrés Nuxiño	9	1081
Magdalena Zahuatlán	10	1047
El Cortijo Nochixtlán	7	1884
San Juan Diuxi	6	2454
	58	$\bar{x} = 1616.45$



Gráfica 1. Distribución de rendimientos medios de los métodos Directos y Mediana. 1991

4.2.2 Método de la Mediana

A continuación, en el Cuadro 5, se presentan resultados obtenidos en 58 predios muestreados.

CUADRO No. 5 DISTRIBUCION DE RENDIMIENTOS EN MAIZ A TRAVES DEL METODO DE LA MEDIANA. 1992

Comunidad o Municipio	No. de obser- vaciones	Rendimiento es- timado en Kg/ha
El Oro Muxaa	12	2240
Sto. Domingo Nuxaa	13	1639
San Andrés Nuxiño	9	1344
Magdalena Zahuatlán	10	1228
El Cortijo Nochixtlán	7	2233
San Juan Diuxi	6	2477
	58	$\bar{x} = 1814.24$

4.2.3. Comparación del Método de la Mediana

Para tal efecto se toman en cuenta los resultados obtenidos con el Método Directo así como del Método de la Mediana. A continuación se presentan resultados de ambos métodos en el Cuadro 6.

CUADRO No. 6 DISTRIBUCION DE RENDIMIENTOS POR METODO DE ESTIMACION DE RENDIMIENTO EN MAIZ. 1992

Comunidad o Municipio	No. de Observaciones	Rendimiento estimado Kg/ha. Método Directo	Rendimiento estimado Kg/ha. Método de la mediana	Diferencia de rendimientos MD-MM Kg/ha	% de sobrestimación
El Oro Nuxaa	13	2123	2240	-117	5.51
Sto. Domingo Nuxaa	13	1388	1639	-251	18.08
San Andrés Nuxiño	9	1081	1344	-263	24.32
Magdalena Zahuatlán	10	1047	1228	-181	18.0
El Cortijo Nochixtlán	7	1884	2223	-239	0.94
San Juan Diuxi	6	2454	2477	-23	17.89

4.3 Análisis de rendimientos por método de estimación de rendimiento en maíz. 1993

4.3.1 Método Directo

Para este caso participaron 6 núcleos de población con un total de 115 predios, que a continuación en el Cuadro 7 se presentan resultados obtenidos con este método.

CUADRO No. 7 DISTRIBUCION DE RENDIMIENTOS EN MAIZ, A TRAVES DEL METODO DIRECTO. 1993

Comunidad o Municipio	No. de obser vaciones	Rendimiento es timado en Kg/ha
La Unión Zaragoza	27	1232
Sta. Inés Zaragoza	12	1327
La Unión Jaltepec	32	1419
Asunción Nochixtlán	4	2091
Sta. María Suchixtlán	28	1013
Magdalena Yodocono	19	1306
	115	$\bar{x} = 1296$

4.3.2 Método de la Mediana

A continuación en el Cuadro 8 se presentan resultados de los 115 predios muestreados.

CUADRO No. 8 DISTRIBUCIÓN DE RENDIMIENTOS EN MAÍZ, A TRAVÉS DEL MÉTODO DE LA MEDIANA. 1993

Comunidad o Municipio	No. de Observaciones	Rendimiento estimado en Kg/ha
La unión Zaragoza	27	1239
Sta. Inés Zaragoza	12	1764
La Unión Jaltepec	32	1593
Asunción Nochixtlán	4	1441
Sta. Ma. Suchixtlán	28	861
Magdalena Yodocono	19	1562
		$\bar{x} = 1384$

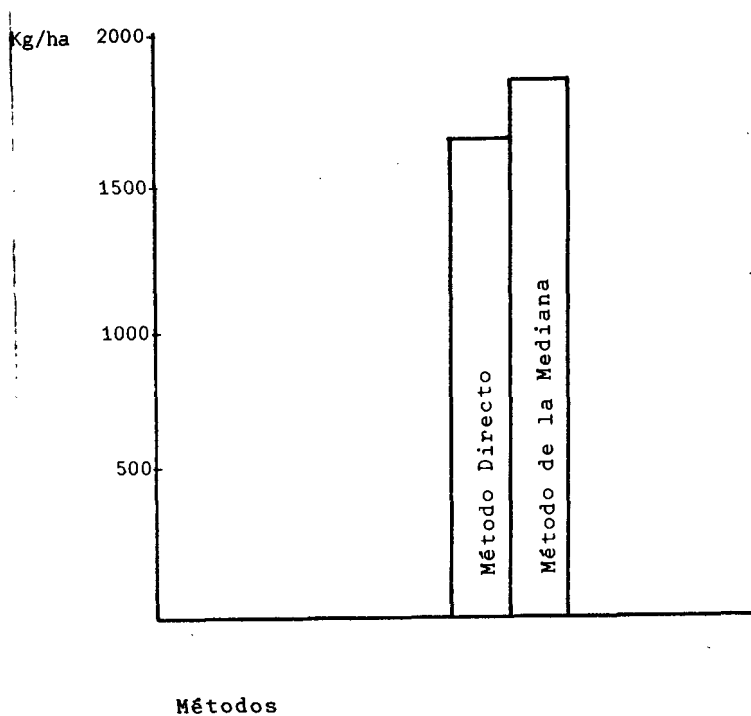
CUADRO No. 9 DISTRIBUCION DE RENDIMIENTOS POR METODO DE ESTIMACION DE RENDIMIENTOS EN MAIZ. 1993

Comunidad o Municipio	No. de Observaciones	Rendimiento estimado Kg/ha. Método Directo	Rendimiento estimado Kg/ha, Método de la media	Diferencia de rendimientos MD-MM Kg/ha	% de sobrestimación
La Unión Zaragoza	27	1232	1239	- 7	0.56
Sta. Inés Zaragoza	12	1327	1764	-437	32.93
La Unión Jaltepec	32	1419	1593	-174	12.26
Asunción Nochixtlán	4	2091	1441	650	31.08*
Sta. Ma. Suchixtlán	28	1013	861	152	15.00*
Magdalena Yodocono	19	1306	1562	-256	19.60

* Subestimación

Según la información obtenida en el Cuadro 4, se tiene que el Método de la Mediana sobreestima el rendimiento unitario en todas las comunidades y las variaciones porcentuales van de 0.94% hasta 24.32%. De manera general el Método de la Mediana sobreestima el rendimiento en un 12.0%, explicando así el rendimiento en términos de Kg/ha en un 88% puesto que con el Método Directo se tiene un rendimiento medio de 1616.45 Kg/ha y con el Método de la Mediana se tiene un rendimiento medio de 1814.24 Kg/ha.

En el primer año de investigación (1991), en los 7 núcleos de población participantes, el rendimiento unitario máximo que se registró con el Método Directo fue en Santo Domingo Nuxaa con 2036 Kg/ha, en tanto que el rendimiento mínimo fue localizado en Asunción Nochixtlán con 713 Kg/ha. En lo correspondiente al Método de la Mediana el rendimiento máximo fue identificado también en Santo Domingo Nuxaa con 2619 Kg/ha, e igualmente en Asunción Nochixtlán se encontró el menor rendimiento con 811 Kg/ha, que comparando el Método de la Mediana con el Método Directo se tiene que existe una diferencia de medias de 215.22 Kg, mayor en el Método de la Mediana. Para 1993 participaron 6 núcleos de población, que según el Método Directo el rendimiento máximo fue localizado en San Juan Diuxi con 2454 Kg/ha, y el rendimiento menor fue localizado en Magdalena Jaltepec con 1047 Kg/ha, en tanto



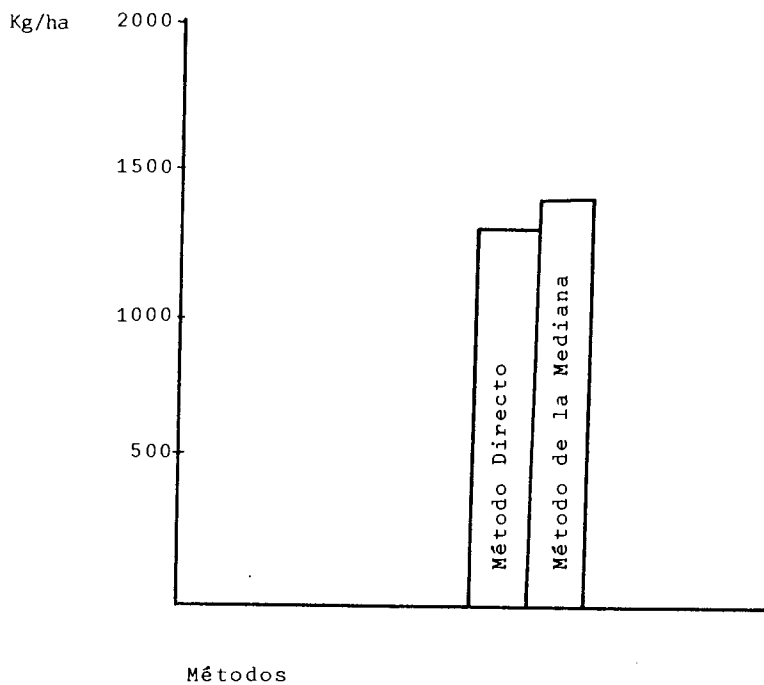
Gráfica 2. Distribución de rendimientos medios de los Métodos Directo y Mediana. 1992

que con el Método de la Mediana el rendimiento máximo fue localizado también en San Juan Diuxi, con 2477 Kg/ha, a la vez que el rendimiento mínimo fue localizado en Magdalena Zahuatlán con 1228 Kg/ha, y de manera general, de acuerdo al análisis del Método Directo y de la Mediana, existe una diferencia de medias de 197.79 Kg/ha superior al Método Directo. Para 1993 participaron 6 núcleos de población, obteniéndose con el Método Directo un rendimiento máximo en Asunción Nochixtlán con 2091 Kg/ha, y el rendimiento menor fue localizado en Sta. María Suchixtlán con 1013 Kg/ha, y en lo que corresponde al Método de la Mediana el rendimiento máximo fue localizado en Santa Inés Zaragoza con 1764 Kg/ha y el rendimiento mínimo en Santa María Suchixtlán con 861 Kg/ha, observándose de manera general que entre métodos existe una diferencia de medias de 88 Kg/ha, superior al Método Directo, existiendo un rendimiento medio para el Método Directo de 1296 Kg/ha y para el Método de la Mediana 1384 Kg/ha.

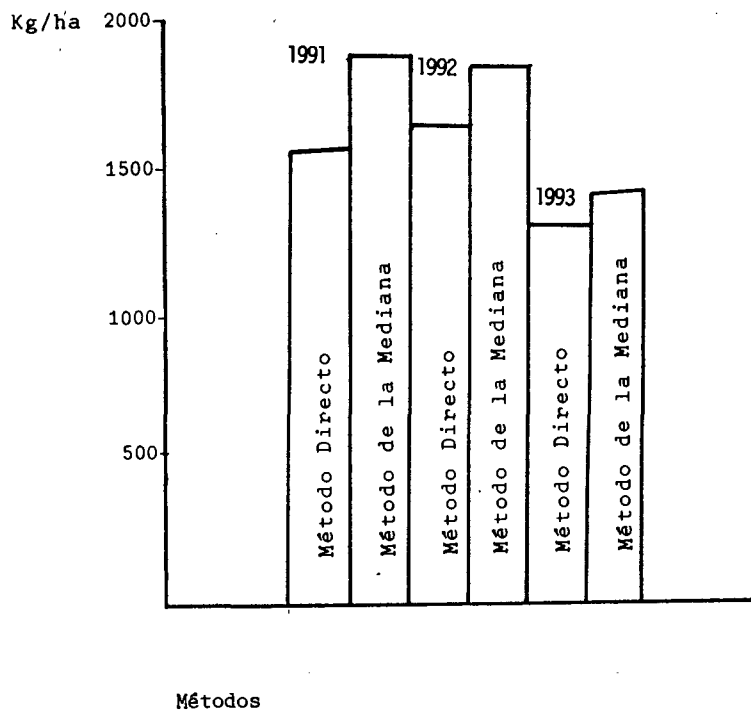
La eficiencia que proporciona el Método de la Mediana con respecto al Método Directo, se presenta en el Cuadro 10.

CUADRO No. 10 DISTRIBUCION DE RENDIMIENTOS MEDIOS UNITARIOS (KG/HA) POR METODO DE ESTIMACION DE RENDIMIENTOS EN MAIZ, PRECISION PORCENTUAL DEL METODO DE LA MEDIANA POR AÑO DE INVESTIGACION

AÑO	METODO		DIFERENCIAS (MD-MN)	PRECISION PORCENTUAL (%) DEL METODO DE LA MEDIANA
	DIRECTO	MEDIANA		
1991	1541.25	1756.47	- 215.22	86.00
1992	1616.45	1814.24	- 197.79	88.00
1993	1296.00	1384.00	- 88.00	93.21



Gráfica 3. Distribución de Rendimientos Medios de los Métodos Directo y Mediana. 1993



Gráfica 4. Distribución de Rendimientos Medios de los Métodos Directo y Mediana. 1991-1993

5. CONCLUSIONES

Del trabajo de campo y su análisis, se deducen las siguientes conclusiones:

- 1.- Entre mejor se haga una buena apreciación en la selección de la mazorca representativa del conjunto de la muestra, también es más efectiva la confiabilidad del Método de la Mediana.
- 2.- La metodología de estimación de cosechas a través del Método de la Mediana no requiere personal altamente capacitado, sino que requiere que éste tenga conocimientos básicos de aritmética y geometría.
- 3.- Es posible conocer el volumen de producción en términos de toneladas, obtenidos en cualquier región.

6. RECOMENDACIONES

El Método de la Mediana resulta práctico y económico, y, sobre todo, presenta una confiabilidad aceptable para estimar rendimientos en maíz y el tiempo que duró esta investigación hace posible sugerir su implementación a cualquier región del área de influencia de los planes regionales del Colegio de Postgraduados.

7. LITERATURA CITADA

- 1.- CORN-YIELD-WATHER Research Project. 1938. Estudio conjunto entre el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y la Estación Experimental Agrícola de Iowa.
- 2.- DOOREMBOS, J. and A.H. Kassam. 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje, 33. Roma.
- 3.- ESPARZA, S.J.R. 1980. Determinación de dosis óptima económica de fertilización nitrogenada y fosfórica en maíz, trigo y frijol en el Ex-Distrito Político de Nochixtlán, Oax. Tesis Profesional. Universidad de Guadalajara. Escuela de Agricultura.
- 4.- FACULTAD de Agronomía-SARH. 1992. Curso de Inducción para Asesores Técnicos Agrícolas.
- 5.- FAO/UNESCO. 1978. Report on the Agro-Ecological Zones Project. Vol. 1. Methodogr and results for Africa. World Soil Resources report 48. Rome.
- 6.- HUDDLESTON, F. 1958. Métodos objetivos en los componen-

tes de la predicción de rendimientos de maíz. Trad. Sin No. de Ed., en inglés por González G. Agricultural Economies Research. Méx.

- 7.- KENNET, R.K. 1942. Evaluación de algunas características morfológicas del maíz con respecto a su uso en la predicción del rendimiento. Trad. sin No. de Ed., en inglés por González G., Journal of the American Society of Agronomy. U.S.A.
- 8.- OLMEDA, G.M. 1981. Investigación sobre varios métodos de estimación del rendimiento del maíz. Tema de investigación. CEICADAR-CP. Puebla, Pue.
- 9.- ORTIZ, S.C. 1982. Apuntes de agrometeorología. Depto. de Suelos. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Méx.
- 10.- RODRIGUEZ, H.R. 1982. Estudio de trigo embricado en maíz, una alternativa de producción para los agricultores de subsistencia de la Mixteca Oaxaqueña. Tesis Profesional. Universidad de Guadalajara. Escuela de Agricultura.
- 11.- RUNGE, E.A. and Odell, R.T. 1958. The relation between precipitation, temperature and the yield

of corn on the Agronomy South, Farm, Urbana.

- 12.- SHAFER and Wiggins. 1979. Research Assistant, Farm crops Subsection, and Formely Research Graduate Assistan, Statistical Section Iowa Agricultural Experiment Station. Trad. No. de Ed. en inglés por González, G.
- 13.- SHAW, L.H. and Donal, D.D. 1965. The effect of weather and technology on corn yields in the corn Belt 1929-1962. U.S.A. Agr. Econ.
- 14.- ZARATE, R.R. 1976. Una modificación al método de tres etapas para obtener la ecuación empírica generalizada (E.E.G.) del rendimiento del maíz de la Región Sur del Istmo de Tehuantepec. Tesis de Maestría en Ciencias, Especialidad Suelos. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx.
- 15.- ZEPEDA, C.L.A. 1982. Estimación de rendimientos en maíz, actividad evaluativa, caso Tehuantepec. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Nayarit. Escuela Superior de Agricultura.