

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION AGROECONOMICA DE DIFERENTES METODOS
DE LABOREO, A DISTINTOS NIVELES DE FERTILIZACION
NITROGENADA, EN EL CULTIVO DEL MAIZ (Zea mays L.)
EN EL PARCELAMIENTO "LA MAQUINA", GUATEMALA, 1981

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la
Facultad de Agronomía de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

HELMUTH RICARDO LEAL ZANUNCINI

en el acto de investidura de
INGENIERO AGRONOMO
en el grado académico de
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, febrero 1983

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DL
01
T(729)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Rector

Dr. Eduardo Meyer Maldonado

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano :	Dr. Antonio Sandoval S.
Vocal 1° :	Ing. Agr. Oscar Leiva R.
Vocal 2° :	Ing. Agr. Gustavo Méndez G.
Vocal 3° :	Ing. Agr. Rolando Lara A.
Vocal 4° :	Prof. Leonel Enríquez D.
Vocal 5° :	Prof. Francisco Muñoz N.
Secretario:	Ing. Agr. Carlos Fernández

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano :	Dr. Antonio Sandoval S.
Examinador:	Ing. Agr. Mario Melgar
Examinador:	Ing. Agr. Rodolfo Estrada
Examinador:	Ing. Agr. Manolo Farfán
Secretario :	Ing. Agr. Carlos Salcedo

Guatemala, febrero de 1983.

Decano de la Facultad de Agronomía
Dr. Antonio Sandoval
Ciudad Universitaria, Zona 12
Presente.

Señor Decano:

Por designación de esa Decanatura he asesorado al estudiante HELMUTH RICARDO LEAL Z. en su trabajo de Tesis: "EVALUACION AGRO ECONOMICA DE DIFERENTES METODOS DE LABOREO A DISTINTOS NIVELES DE FERTILIZACION NITROGENADA EN EL CULTIVO DEL MAIZ (Zea mays L) EN EL PARCELAMIENTO LA MAQUINA, GUATEMALA, 1981".

Participé en este trabajo desde su planificación, además fue conducido con responsabilidad por el estudiante Leal Z., por lo que considero, que las conclusiones a las que en él se llegan son muy confiables.

Por lo anteriormente expuesto, este trabajo de Tesis debe ser plenamente aprobado.

Atentamente,



Ing. Agr. Sci. Marco Antonio Maldonado A.

cc Archivo
MAMA/ via

Guatemala,
17 de febrero de 1983

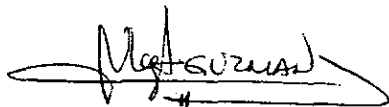
Dr. Antonio Sandoval
Decano de la Facultad de Agronomía
de la Universidad de San Carlos
de Guatemala
Presente

Señor Decano:

Por medio de la presente manifiesto a usted, que atendiendo a la designación que esa Decanatura me hiciera, he asesorado el trabajo de Tesis del estudiante Helmuth Ricardo Leal Zanuncini, titulado "Evaluación Agroeconómica de Diferentes Métodos de Laboreo, a distintos niveles de Fertilización Nitrogenada en el Cultivo del Maíz (Zea mays L.), en el Parcelamiento "La Máquina", Guatemala 1981".

Al considerar la importancia de dicho trabajo y que reúne los requisitos exigidos por la Facultad de Agronomía, solicito a usted, sea aprobada como Tesis de Grado del universitario Leal Zanuncini.

Atentamente,

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Marcial Guzmán', with a long horizontal flourish extending to the right.

Marcial Guzmán Alburez
Ingeniero Agrónomo
Colegiado No. 528

Guatemala, 17 de febrero de 1983

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento de las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a su consideración el trabajo de Tesis titulado "Evaluación agroeconómica de diferentes métodos de laboreo a distintos niveles de fertilización nitrogenada en el cultivo del maíz (Zea mays L.), en el Parcelamiento "La Máquina", Guatemala, 1981"; como requisito a optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licencia en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,



HELMUTH RICARDO LEAL ZANUNCINI
Carnet 34148

DEDICO ESTE ACTO

A MIS PADRES

Valerio Pablo Leal Shuster
María Teresa Zanuncini de Leal

A MI ESPOSA

María Antonieta

A MIS HIJOS

Helmuth Antonio
Mario Ricardo

A MIS HERMANOS Y SOBRINOS

ESPECIALMENTE A:

Luis Alfredo Castillo Cajas (QEPD)

AGRADECIMIENTO

Al Personal Técnico y de campo

**De la Disciplina de Prueba de
Tecnología del ICTA en el Parcelamiento "La Máquina".**

**Al Ing. Agr. Maestro en Ciencias,
Marco Antonio Maldonado Andrade**

**Por su acertado asesoramiento
en el trabajo de tesis.**

Al Ing. Agr. Marcial Guzmán Alburez

Por su asesoría en la presente tesis.

RESUMEN

En el parcelamiento "La Máquina" se ha usado la aradura y la rastra como un método tradicional de preparación del suelo, previo al establecimiento del cultivo del maíz. Para países en desarrollo, como Guatemala, se considera de mucha importancia adoptar sistemas de cero y mínimo laboreo, debido a los altos costos de la preparación mecanizada del suelo.

El estudio se desarrolló entre los meses de junio a octubre de 1981, se utilizó el híbrido de maíz HB-47 desarrollado por ICTA, con un diseño de "Parcelas Divididas" en "Bloques al azar", con cuatro repeticiones. En las parcelas grandes se incluyeron cuatro manejos del suelo y su vegetación, antes de la siembra, tres de ellos bajo el método de cebo laboreo, acompañados de la aplicación de Glyphosate, Paraquat y limpiezas manuales, los que se compararon con la labranza tradicional, que consistió en un paso de arado y dos de rastra, y para el control de malezas se usó una mezcla de Alaclor más Diurón. En las subparcelas se emplearon cuatro niveles de fertilización nitrogenada: 0, 30, 60 y 90 kg de nitrógeno por hectárea.

Se efectuó un análisis de varianza para el diseño establecido y la Prueba de Tuckey como prueba de medias, los datos analizados fueron: rendimiento, población cosechada, total de mazorcas, mazorcas buenas y dañadas.

Con el fin de determinar qué tratamientos fueron los más eficientes, se realizaron los análisis de ingresos netos y marginal de ingresos netos.

El análisis de varianza indicó diferencias significativas al 5% de probabilidad entre métodos de laboreo, niveles de fertilización y en la interacción manejos por niveles.

Las medias de rendimiento de los manejos de cero laboreo fueron estadísticamente superiores (Tuckey al 5%) a las de laboreo tradicional. El arado obtuvo su mejor rendimiento al nivel de 90 gk de N/ha, con 2.26 TM/ha, ese mismo rendimiento, o superior, se obtuvo con los manejos de cero laboreo a partir de los 30 kg/ha de nitrógeno, lo que indica que la eficiencia del nitrógeno es superior cuando se cultiva el maíz bajo el sistema de cero laboreo. Con las medias de los parámetros de población, total de mazorcas y mazorcas buenas, se observó la misma tendencia que el rendimiento, o sea que fueron superiores estadísticamente bajo los manejos de cero laboreo.

Se observó que el rendimiento aumentó con el incremento en el nivel de nitrógeno en los manejos con Paraquat, limpia manual y arado. Los incrementos en rendimiento por efecto de la fertilización variaron de 1.92 TM/ha con aplicación de Paraquat, hasta 0.46 TM/ha con el arado, cuyo rendimiento no aumentó significativamente. El Glyphosate mostró su mejor rendimiento al nivel de 30 kg/ha de nitrógeno, y a mayor fertilización sus rendimientos decrecieron.

Al comparar las medias entre niveles, por medio de la prueba de Tuckey al 5%, se observó diferencia estadística entre los tratamientos con fertilizante y los tratamientos sin fertilización nitrogenada. El incremento en rendimiento por efecto de los niveles crecientes de fertilización nitrogenada en el arado fue muy reducido, por lo que la respuesta significativa se atribuyó al efecto de los manejos de cero laboreo.

Los mejores ingresos netos se obtuvieron con los manejos de cero laboreo con Paraquat y limpia manual, al nivel de 30 kg/ha de nitrógeno con Q. 556.35 y Q. 466.25, respectivamente, por lo que resultaron ser las alternativas más rentables. En base a los resultados obtenidos, se determinó que los métodos de cero laboreo fueron significativamente más rentables que el laboreo tradicional, además de que la utilización del nitrógeno en el parcelamiento "La Máquina" será rentable bajo técnicas de cero laboreo.

El análisis marginal de ingresos netos determinó siete alternativas no dominadas, las cuales fueron únicamente de manejos con cero laboreo. En base a este análisis y si se considera al agricultor del parcelamiento "La Máquina" como de No subsistencia, ya que tiene acceso al mercado de capitales, y siendo su función objetiva la de maximizar el ingreso neto, las alternativas más eficientes para él, dentro de su empresa productiva, fueron la limpia manual a 90 y 30 kg/ha de nitrógeno.

CONTENIDO

	Hoja
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 La técnica del cero laboreo	4
2.1.1 Rendimiento de los cultivos	4
2.1.2 Efecto del método de cero laboreo sobre las características físicas del suelo	5
2.1.3 Efecto del método de cero laboreo sobre las características químicas del suelo	6
2.1.4 Ventajas económicas y energéticas	8
3. MATERIALES Y METODOS	11
3.1 Ecología del Parcelamiento "La Máquina"	11
3.1.1 Localización y suelos	11
3.1.2 El clima	11
3.2 Descripción del trabajo experimental	12
3.2.1 Cultivar, fechas de siembra y de cosecha	12
3.2.2 Distancias y densidades de siembra	12
3.2.3 Tamaño de parcela y área útil	12
3.3 Tratamientos	13
3.3.1 Manejos del suelo y la vegetación, antes de la siembra	13
3.3.1.1 Cero laboreo con aplicación de Glyphosate (G)	13
3.3.1.2 Cero laboreo y aplicación de Paraquat (P)	14
3.3.1.3 Cero laboreo y limpiezas manuales (L)	14
3.3.1.4 Laboreo tradicional (A)	15
3.3.2 Niveles de fertilización nitrogenada (N)	15
3.3.3 Control de insectos	15
3.5 Recolección de la información	16
3.5.1 En el cultivo	16
3.5.1.1 Población inicial y final de maíz sobre la parcela útil	16
3.5.1.2 Número de mazorcas: total, buenas y dañadas	16
3.5.1.3 Rendimiento por parcela útil	16
3.6 Análisis estadístico	17
3.6.1 Análisis de varianza	17
3.6.2 Comparación de medias	18
3.7 Evaluación económica	18
3.7.1 Ingreso neto	18
3.7.2 Análisis marginal de ingresos netos	18

4.	PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	20
4.1	Evaluaciones agronómicas	20
4.2	Análisis económico mediante el ingreso neto	24
4.3	Análisis marginal de ingresos netos	26
5.	CONCLUSIONES	29
6.	RECOMENDACIONES	30
7.	BIBLIOGRAFIA	31
	APENDICE	35

1. INTRODUCCION

En el Parcelamiento "La Máquina" se ha usado la aradura y el rastreo como método tradicional para la preparación del suelo, con el objetivo de modificar su estructura, controlar malezas y manejar residuos de cosecha. En otros países se han venido investigando otros métodos, como el cero laboreo y laboreo mínimo, que consisten en realizar la siembra con la menor disturbación posible del suelo y la siembra, por consiguiente, se efectúa sobre el terreno que se encuentra cubierto de residuos vegetales. Estos métodos han demostrado que permiten ahorros energéticos y económicos, una mejor utilización de nutrimentos y agua, además de una mejor conservación del suelo y agua.

Para países en desarrollo, como Guatemala, se considera de mucha importancia realizar investigaciones sobre la conveniencia de adoptar sistemas de cero y mínimo laboreo en el cultivo del maíz, debido al ascendente proceso inflacionario, el cual se manifiesta en el alto costo de la mano de obra, de la energía fósil, repuestos de maquinaria e insumos. Estos altos costos unidos a los bajos rendimientos y a los bajos precios de venta, que el agricultor obtiene al vender la cosecha, hacen del cultivo del maíz una actividad económica poco rentable.

Resultados obtenidos en varios países han determinado que los rendimientos del maíz bajo el sistema de cero laboreo son generalmente iguales o superiores a los obtenidos con la labranza tradicional y a costos más bajos, con lo cual la rentabilidad del cultivo se ve significativamente mejorada.

Estudios realizados en el Parcelamiento "La Máquina" han indicado que no existe respuesta económica a la fertilización nitrogenada

en el cultivo del maíz bajo los métodos tradicionales de laboreo, sin embargo, resultados preliminares del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, han demostrado que dicha respuesta puede lograrse con métodos de cero laboreo.

Por lo anteriormente expuesto, se planificó este estudio con el fin de determinar la respuesta del maíz en el parcelamiento "La Máquina" a la fertilización nitrogenada, de acuerdo con diferentes métodos de laboreo.

1.1 Objetivos

- 1.1.1 Determinar la respuesta agroeconómica del maíz a la fertilización nitrogenada, de acuerdo con diferentes métodos de preparación del suelo, bajo las condiciones ecológicas del parcelamiento "La Máquina".
- 1.1.2 Determinar la influencia de los métodos de preparación del suelo y niveles de fertilización sobre la población cosechada, número y sanidad de las mazorcas.

1.2 Hipótesis

1.2.1 Hipótesis nula

- 1.2.1.1 El cultivo del maíz responde en igual forma a los distintos niveles de fertilización nitrogenada y a los métodos de preparación del suelo.

- 1.2.1.2 No existe interacción entre los métodos de preparación del suelo y los niveles de fertilización nitrogenada.

1.2.2 Hipótesis alternativa

- 1.2.2.1 El cultivo del maíz no responde en igual forma a los distintos niveles de fertilización nitrogenada y a los métodos de preparación del suelo.
- 1.2.2.2 Existe interacción entre los métodos de preparación del suelo y los niveles de fertilización nitrogenada.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 La técnica del cero laboreo

Los sistemas denominados cero laboreo, laboreo mínimo o laboreo reducido, se han difundido en los países templados por las ventajas que representan. Esto ha motivado que en los países tropicales se inicien investigaciones al respecto.

El cero laboreo consiste en sembrar el cultivo sin remover el suelo. Las malezas se eliminan mediante aplicación de herbicidas de contacto, sistémicos y de efecto residual, suprimiéndose el control manual o mecánico (34).

La técnica de cero laboreo ha demostrado varias ventajas sobre la labranza tradicional, dentro de las cuales destacan: erosión mínima, pérdidas mínimas de humedad, mejor utilización de los nutrimentos, mayores rendimientos y reducción de costos (22).

2.1.1 Rendimiento de los cultivos

Se ha demostrado que los rendimientos de algunos cultivos como maíz (15, 16, 17), la soya (4, 12, 24) y el frijol (10, 35), con el sistema de cero laboreo son generalmente iguales o superiores, que con la preparación tradicional del suelo.

Maldonado (22) reporta que en suelos arcillosos los rendimientos de maíz se incrementaron con el manejo de cero laboreo con limpias manuales o aplicación de Paraquat, a un nivel de fertilización de 75 kg/ha de nitrógeno.

Tirado (32) realizó ocho siembras sucesivas de maíz, frijol y camote con el sistema de cero laboreo. Los resultados obtenidos indican que mediante este sistema se pueden obtener iguales o superiores rendimientos que con la preparación tradicional del suelo. Además, hay mayor facilidad y oportunidad en la siembra, menos problema de acame, reducción progresiva de la población de malezas y ataque de insectos, retención de humedad y mayor vigor de las plántulas a la emergencia.

Varios investigadores (17, 20, 22, 33) han concluido que los mayores rendimientos obtenidos bajo el sistema de cero laboreo se han debido a la mayor conservación de humedad del suelo, sobre todo en épocas del año cuando la humedad se reduce a niveles críticos. Lal (17) afirma que la técnica de cero laboreo, sin tener residuos de cultivo sobre el suelo, no es eficiente.

2.1.2 Efecto del método de cero laboreo sobre las características físicas del suelo

Blevins y Thomas (5), afirman que el efecto del cero laboreo sobre las propiedades físicas del suelo, parece ser pequeño y en forma general tiende a preservarlas. Experimentaron con soya y pastos a los cuales adiciona-

ron mulch, en forma de caña de maíz, observaron que el suelo mantuvo una buena infiltración de agua y, aparentemente, la estructura del suelo no cambió.

Larson (21) informa que un suelo con mínimo laboreo tuvo una infiltración de agua de 6,7 pulgadas, antes que la erosión comenzara, en cambio en suelo labrado fue sólo de 2,1 pulgadas, esta reducción en la tasa de infiltración representa pérdidas de agua por escorrentía y un aumento considerable de la erosión del suelo.

La mínima labranza favorece la porosidad del suelo (23), y la densidad aparente es mayor que en las parcelas labradas recientemente, sin embargo, en poco tiempo los valores se aproximan (18).

Boone (8) afirma que en suelos arcillosos el cero laboreo disminuye el espacio poroso total, especialmente en las áreas que anteriormente fueron mecanizadas.

Maldonado (22) encontró que a la profundidad de cinco a veinte centímetros, el método de cero laboreo aumenta la densidad aparente del suelo.

2.1.3 Efecto del método de cero laboreo sobre las características químicas del suelo

Resultados de varias investigaciones han demostrado que el contenido de materia orgánica tiende a aumentar con la utilización del método de cero laboreo (5, 10, 18, 25, 27). Se ha encontrado que la capacidad de intercambio

catiónico (5, 19), el nitrógeno total (5, 10, 19) y la conductividad eléctrica (5, 19), se incrementaron en parcelas bajo cero laboreo, en mayor grado que las parcelas labradas en forma convencional, lo cual puede atribuirse al incremento de la materia orgánica.

Burgos y Meneses (9) reportaron que los niveles de fósforo y potasio, en sistemas de mínimo laboreo, es menor a mayor profundidad. En cuanto al contenido de calcio a diferentes profundidades, fue mayor en parcelas aradas, en cambio el magnesio se comportó a la inversa. La acidez extraíble fue mayor en los tratamientos de cero laboreo, lo que fue atribuible al efecto acidificante del nitrógeno.

Algunos investigadores (3, 29) han informado que el cero laboreo propicia una acumulación progresiva de nitrógeno en el suelo; en cambio con la labranza, se producen pérdidas de este elemento. Phillips y Young (29) afirman que debido a este hecho, solamente se necesita del 20 al 25% de la cantidad recomendada de este elemento en parcelas no labradas, de las recomendaciones para la labranza convencional. Sin embargo, otros investigadores (4) afirman que ocurren mayores pérdidas del nitrógeno con cero laboreo, porque hay mayor infiltración del agua que con la labranza tradicional. Algunos autores (2, 26) mencionan que, por lo general, cuando los cultivos se establecen bajo la técnica de cero laboreo se observa una baja eficiencia del nitrógeno, cuando este elemento es aplicado en niveles bajos; por el contrario, cuando se aplica en niveles más altos, hay una respuesta notable

de los cultivos. Esto puede estar relacionado con la adición de material vegetal, y, por lo tanto, con la relación C/N, lo cual ocasiona la inmovilización del nitrógeno por la flora microbiana que se forma en el suelo. Al agregar nitrógeno inorgánico en niveles que permiten mejorar dicha relación, se puede lograr respuesta a este nutrimento (1).

2.1.4 Ventajas económicas y energéticas

La evaluación agrotécnica de la investigación se basa, generalmente, en la producción de alimentos, o en la evaluación de otros parámetros generados por las diferentes alternativas en prueba. Sin embargo, esta evaluación no es suficiente para que un agricultor decida entre varias alternativas, cuál escoger, para satisfacer su función objetiva, de acuerdo con sus restricciones. La decisión tiene que tomarla en base a evaluaciones de carácter agroeconómico, las que le permiten escoger entre aquellas alternativas que optimicen su función objetiva (28).

Por la función objetiva de los agricultores se pueden clasificar en tres tipos (11). De subsistencia: es el que trata de producir cierta cantidad de alimentos para él y su familia, y escogerá la alternativa que le proporcione esos alimentos al mínimo costo o uso de insumos. La elección la realizará, incluso cuando sus medios de producción se reduzcan a su tierra, semilla o a su propio trabajo. El agroecosistema seleccionado por él será aquél que le minimice el costo para lograr la meta de auto suficiencia.

De no subsistencia: es el agricultor que tiene mayor acceso a los insumos comerciales y crédito. Por el hecho de depender enormemente de las fuerzas del mercado, su función objetiva será maximizar el ingreso neto. El seleccionará aquéllas alternativas que le maximicen el ingreso neto, pero que no necesariamente requieren de menos insumos, o sean de menor costo.

De tipo intermedio: es el agricultor que se encuentra entre los dos tipos anteriores y cuya función es parcialmente de un tipo o del otro.

El sistema de no laboreo representa para el agricultor enormes ventajas en: reducción de costos de equipos, de mano de obra y de combustibles, lo que se traduce en enormes ahorros monetarios (22). Phillips y Young (29) informan que el requerimiento de pasadas de maquinaria por el campo, para producir maíz, son de ocho a diez veces con el sistema tradicional, de cinco a seis en el sistema de preparación mínima y de dos a tres con el cero laboreo. Bone (7) indica que se requiere ocho veces más combustible para establecer soya utilizando el sistema tradicional, con respecto al cero laboreo.

En Guatemala, y con maíz, el cero laboreo tuvo un 210% más de tasa de retorno marginal de capital, con respecto a la labranza tradicional (13). En las condiciones del pequeño agricultor de los trópicos, los cultivos de maíz y frijol son más rentables bajo el sistema de cero laboreo (22, 35).

Leach, citado por Maldonado (22), considera que es necesario conocer los flujos de energía en el Proceso Productivo, ya que se padece de escasez de energía de combustibles y el alza constante de sus precios. Indica también que la producción de cultivos en áreas tropicales, que incluyen mínimo o cero laboreo, tienen una razón de energía (energía producida/energía consumida) de 13 a 40, en tanto que en el Reino Unido es de 0.3 a 0.4, sin cero laboreo.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ecología del Parcelamiento "La Máquina"

3.1.1 Localización y suelos

El experimento se efectuó en el Centro de Producción de ICTA, línea B-6, parcela No. 412, del parcelamiento "La Máquina", Cuyotenango, Suchitepéquez, que se localiza a 14° 18' 23" latitud Norte y 91° 33' 52" longitud Oeste, con una elevación que varía de 6 a 150 metros sobre el nivel del mar.

La serie de suelos predominante, según Simmons *et al* (31), es Ixtán Arcillosos, los cuales son de origen volcánico, cementado aluvial, relieve casi plano, con buen drenaje, textura arcillo-plástica, color café oscuro, con un espesor del horizonte "A" de 10 centímetros, la topografía es ondulada, con una pendiente suave hacia la costa.

3.1.2 El clima

Según Holdridge, citado por (13), el parcelamiento "La Máquina" está comprendido en su mayoría, dentro de la zona tropical seca, existiendo una pequeña fracción que se halla en la zona tropical húmeda.

La temperatura media anual es de 27°C, una máxima de 37°C y una mínima de 20°C. La precipitación pluvial media anual es de 1,860 mm, distribuidos en los meses de mayo a octubre, y su distribución es irregular.

3.2 Descripción del trabajo experimental

3.2.1 Cultivar, fechas de siembra y de cosecha

Se utilizó la línea de maíz ICTA HB-47. La siembra se llevó a cabo el 18 de junio de 1981 y su permanencia en el campo fue durante la época lluviosa.

La dobla de maíz se realizó a los 90 días y la cosecha se llevó a cabo a los 120 días después de la siembra. La siembra se realizó en forma manual, empleando la herramienta comocida como chuzo.

3.2.2 Distancias y densidades de siembra

Las distancias de siembra del maíz fueron de 0.9 m entre surcos y de 0.5 m entre posturas, dejando dos plantas en cada una de ellas, con la que se obtuvo una densidad de 44,444 plantas por hectárea.

3.2.3 Tamaño de parcela y área útil

El área experimental de la parcela grande fue de 14.4 m de frente por 10.0 m de largo (144.0 m²), y las subparce-

las tuvieron un área de 3.6 m de frente (4 surcos de maíz) por 10.0 m de largo (36.0 m²). Las evaluaciones y tomas de datos se realizaron sobre los dos surcos centrales de cada subparcela, por lo que el área útil fue de 18.0 m².

3.3 Tratamientos

El estudio se llevó a cabo con un diseño experimental de "Parcelas divididas" en "Bloques al Azar", con cuatro repeticiones, en el cual las parcelas grandes fueron incluidos los manejos de la vegetación y suelo antes de la siembra, y en las subparcelas se ubicaron los niveles de fertilización nitrogenada.

3.3.1 Manejos del suelo y la vegetación, antes de la siembra

Se incluyeron cuatro manejos del suelo y su vegetación antes de la siembra, tres de ellos bajo el método de cero laboreo y el manejo tradicional.

3.3.1.1 Cero laboreo con aplicación de Glyphosate (G)

Ocho días antes de la siembra se aplicó a la vegetación existente el herbicida Glyphosate, la dosis fue de 1.44 kg, equivalente ácido, por hectárea, correspondiente a

4 litros de Round up por hectárea, que se utilizó como producto comercial. No se llevó a cabo ninguna remoción del suelo durante el ciclo del cultivo y ningún control de malezas posterior. La siembra se realizó sobre los residuos existentes del cultivo anterior.

3.3.1.2 Cero laboreo y aplicación de Paraquat (P)

Un día antes de la siembra se aplicó 0.5 kg de ingrediente activo por hectárea (i.a./ha) de Paraquat, equivalente a 2 litros de Gramoxone por hectárea. Los rebrotes de las malezas se controlaron con el mismo herbicida, a igual dosis a los 15 y 30 días después de la siembra. No se realizó ninguna remoción del suelo durante el ciclo del cultivo.

3.3.1.3 Cero laboreo y limpieas manuales (L)

Se realizó una primera limpia manual con machete a ras del suelo antes de la siembra. El rebrote de las malezas fue controlado en la misma forma a los 15 y 30 días después de la siembra. No se realizó ninguna remoción del suelo durante el ciclo del cultivo.

3.3.1.4 Laboreo tradicional (A)

Consistió de una chapia mecanizada previa a un paso de arado de discos y a una profundidad de 0.20 m y de dos pasos de rastra. El control de malezas se realizó con una mezcla de 0.96 más 0.8 kg de i.a./ha de Alaclor, más Diurón, equivalente a 2.0 litros por hectárea de Lazo más 1.00 kg por hectárea de Karmex, respectivamente. La aplicación de los herbicidas se llevó a cabo en forma preemergente. Posteriormente, y a los 20 días de la siembra, fue necesario realizar otro control de malezas con Gramoxone a razón de 2.0 litros por hectárea.

3.3.2 Niveles de fertilización nitrogenada (N)

Se emplearon cuatro niveles de fertilización nitrogenada: 0, 30, 60 y 90 kg de nitrógeno por hectárea (N_0 , N_1 , N_2 y N_3 , respectivamente), los cuales fueron aplicados en dos épocas; 50 % de la dosis a los 15 días después de la siembra y el 50 % restante se aplicó a los 15 días después de la primera. Como fuente de nitrógeno se usó Urea al 46 %.

3.3.3 Control de insectos

Los insectos del suelo fueron controlados con 0.41 kg i.a./ha de Carbofurano, equivalente a 13.6 kg de Furdán 3G, el que se aplicó al momento de la siembra y junto con la semilla.

El control de los insectos del follaje se realizó a los 15 y 30 días después de la siembra. Se aplicó Phoxim a razón de 0.2 kg i.a. por hectárea, equivalente a 8.0 kg por hectárea de Volatón granulado al 2.5%.

3.5 Recolección de la información

Para satisfacer y alcanzar los objetivos propuestos se tomó la siguiente información.

3.5.1 En el cultivo

3.5.1.1 Población inicial y final de maíz sobre la parcela útil

3.5.1.2 Número de mazorcas: total, buenas y dañadas

Como dañadas se consideraron a las mazorcas mal polinizadas y/o podridas.

3.5.1.3 Rendimiento por parcela útil

El rendimiento fue transformado a toneladas métricas por hectárea y corregido al 15% de humedad del grano.

3.6 Análisis estadístico

Los datos obtenidos se sometieron a una serie de análisis estadísticos, lo que se especifican a continuación.

3.6.1 Análisis de varianza

Se efectuó un análisis de varianza correspondiente al diseño de "Parcelas divididas" en arreglo de "Bloques al Azar", utilizando el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = M + R_i + P_j + (R \times P)_{ij} + S_k (P \times S)_{jk} + (R \times S)_{ik} \\ + (R \times P \times S)_{ijk}$$

En donde:

Y_{ijk}	= Observación de la unidad experimental correspondiente a la subparcela k de la parcela principal j en la repetición i
M	= Efecto medio general
R_i	= Efecto de la repetición i
P_j	= Efecto de la parcela principal j
$(R \times P)_{ij}$	= Error A: entre parcelas principales
S_k	= Efecto de la subparcela k
$(P \times S)_{jk}$	= Efecto de la interacción parcela j x subparcela k
$(R \times P \times S)_{ijk}$	= Error B: entre subparcelas

Los datos analizados fueron: rendimiento, población cosechada, total de mazorcas, mazorcas buenas y mazorcas dañadas.

3.6.2 Comparación de medias

En los casos en que el ANDEVA indicó significancia al 5%, se procedió a la comparación de medias por medio de la prueba de Tuckey.

3.7 Evaluación económica

Con el fin de determinar qué tratamientos fueron los más eficientes económicamente, y de acuerdo con los precios de los insumos, mecanización y mano de obra, prevalentes del mercado del parcelamiento "La Máquina", durante el período de investigación, se realizaron los análisis económicos mediante los análisis de beneficio/costo siguientes:

3.7.1 Ingreso neto

Que fue considerado como el parámetro de mayor importancia, debido a que el agricultor de La Máquina es de no subsistencia y produce para el mercado.

3.7.2 Análisis marginal de ingresos netos

Perrin et al (28) consideran que el propósito de este análisis es el de revelar la manera en que los Ingresos Netos de una inversión aumenta conforme la cantidad invertida crece.

Para esta fase de la evaluación económica se utilizaron los conceptos siguientes:

Ingresos Netos (IN)

El valor de los ingresos menos el valor de los costos, para obtener beneficios. Beneficio total bruto de campo, menos el total de costos variables.

Costos Variables (CV)

La suma de los costos de campo por todos los insumos que son afectados por la alternativa.

Dominancia

Se dice que una alternativa domina a otra, cuando la primera tiene ingresos netos más altos o más bajos costos variables que la segunda.

Ingreso Neto Marginal (INM)

Es el aumento en el ingreso neto que podrá obtenerse cambiando una alternativa de producción por otra.

Tasa Marginal de Retorno (TMR)

Es el ingreso neto marginal, dividido entre el costo marginal. Calculado sólo para alternativa no dominadas.

4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1 Evaluaciones agronómicas

El análisis de varianza de rendimientos (Cuadro 1A), indicó diferencias significativas al 5% de probabilidad entre métodos de laboreo, niveles de fertilización y en la interacción manejos por niveles.

En el cuadro 1, al comparar las medias de rendimiento entre los manejos del suelo, se puede observar que los manejos de cero laboreo con Paraquat, limpiezas manuales y Glyphosate superaron en 0.72, 0.40 y 0.36 TM/ha, respectivamente, a la media del laboreo tradicional, esto coincide con varios autores (15, 16, 17, 22, 32) que sostienen que con el Sistema de Cero Laboreo, los rendimientos son generalmente iguales o superiores que con la preparación tradicional del suelo.

Es importante destacar que el arado obtuvo su mejor rendimiento al nivel de 90 kg/ha, con 2.26 TM/ha, ese mismo rendimiento o superior, se obtuvo con los manejos de cero laboreo al nivel de 30 kg/ha de nitrógeno, o sea con 60 kg/ha menos del elemento, sólo con excepción del nivel cero, los manejos de cero laboreo rindieron más que el arado, a cada nivel de fertilización. Este resultado indica que la eficiencia del nitrógeno es superior cuando se cultiva el maíz bajo sistemas de cero laboreo.

CUADRO 1. Medias de rendimiento (TM/ha) al 15% de humedad del grano de maíz y medias por parcela útil de población, mazorcas totales, buenas y dañadas, por manejo del suelo y niveles de fertilización nitrogenada. Parcelamiento "La Máquina", 1981

Método de Laboreo	NIVELES DE				NITROGENO				
	N ₀	N ₃₀	N ₆₀	N ₉₀	$\bar{X}_m$	$\bar{X}_p$	$\bar{X}_{mt}$	$\bar{X}_b$	$\bar{X}_d$
Paraquat	1.62	2.61	2.90	3.76	2.72	62	64	42	21
Glyphosate	1.58	2.78	2.54	2.69	2.40	55	54	38	14
Limpia Manual	1.31	2.26	2.64	3.23	2.36	57	57	37	18
Arado	1.80	1.91	2.05	2.26	2.00 *	42 *	45 *	30 *	14
$\bar{X}_n$ (0.8)	1.58 *	2.39	2.53	2.97	0.35	(8)	(4)	(7)	
$\bar{X}_p$ (8)	46	56	57	58					
$\bar{X}_{mt}$ (7)	47	56	56	61					
$\bar{X}_b$ (9)	24	39	40	45					
$\bar{X}_d$	21	16	15	16					

Al comparar, por la Prueba de Tuckey (al 5%), las medias entre manejos del suelo, se determinó que los manejos de cero laboreo fueron significativamente superiores al arado, esta diferencia puede ser atribuida a la población, número total de mazorcas y mazorcas buenas cosechadas, pues al observar las medias de estos parámetros en el cuadro 1, se determina la misma tendencia del rendimiento. La prueba de Tuckey (al 5%) indicó también que las medias de los manejos de cero laboreo fueron significativamente superiores a las del arado; el cual influyó negativamente sobre la población cosechada, el total de mazorcas y en la sanidad de las mismas, lo que implicó que su rendimiento se viera afectado.

En el cuadro 1 se observa que el rendimiento aumentó con el incremento en el nivel de nitrógeno en los manejos Paraquat, limpia manual y arado. Entre el nivel 0 y el de 90 kg/ha de nitrógeno hay un incremento de 2.14 TM/ha, con aplicación de Paraquat, 1.92 TM/ha con limpias manuales y 0.46 TM/ha con el laboreo tradicional. Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Baeumer y Babermans (2) y Moshler, *et al* (26), quienes afirman que bajo el sistema de cero laboreo se observa una baja eficiencia del nitrógeno, cuando se aplica en niveles bajos y que, por el contrario, cuando se aplica en niveles más altos, hay una respuesta notable de los cultivos, lo que no sucedió con el laboreo tradicional, cuyo rendimiento no aumentó significativamente, con los niveles progresivos de nitrógeno, lo cual coincide con trabajos de fertilización nitrogenada realizados anteriormente en La Máquina (13).

El Glyphosate mostró su mejor rendimiento al nivel de 30 kg/ha de nitrógeno, a mayor fertilización, sus rendimientos decrecieron. Estos resultados permiten determinar que la respuesta del maíz a la fertilización nitrogenada, en el parcelamiento "La Máquina" puede obtenerse con técnicas de cero laboreo, las que permitirán altos rendimientos. Sin embargo, la respuesta también estará dada por el tipo de método que se utilice.

Al comparar las medias entre niveles (cuadro 1), por medio de la prueba de Tuckey (al 5%) se observa que los niveles de 30, 60 y 90 kg/ha de nitrógeno fueron estadísticamente superiores al nivel cero, o sea que sí existió respuesta significativa a la aplicación del nitrógeno, lo que se debió principalmente, al efecto de los manejos de cero laboreo y no así al arado, cuyos incrementos fueron muy reducidos. La diferencia significativa entre el nivel cero y los demás niveles puede ser atribuida a que las medias de población, mazorcas totales y mazorcas buenas cosechadas, del nivel cero, fueron estadísticamente inferiores (Tuckey al 5%) a las medias de los otros niveles, ya que al observar las medias (cuadro 1) de población, mazorcas totales y buenas, se observa un incremento positivo entre estos parámetros al incrementar el nivel del nitrógeno, el que se reflejó en el rendimiento obtenido.

Los resultados antes descritos permiten inferir que la labranza tradicional tiene un efecto negativo sobre los parámetros evaluados, en cambio el cero laboreo y el nitrógeno tienen un efecto positivo sobre ellos.

4.2

Análisis económico mediante el ingreso neto

En el cuadro 2 se observa que las medias del ingreso neto de los manejos de Cero Laboreo, con Paraquat, Limpia Manual y Glyphosate, superaron a la del arado en Q. 276.76, Q. 158.48 y Q. 99.08, respectivamente. El mejor ingreso neto del arado se obtuvo al nivel de 90 kg/ha de nitrógeno, con Q. 183.02; este ingreso neto lo superaron los Manejos de Cero Laboreo a partir de la adición de 30 kg/ha de nitrógeno o sea, que con excepción del nivel cero, los manejos de cero laboreo superaron en ingreso neto al arado, por lo que concuerda con Maldonado (22) y Zaffaroni (35).

Las medias en ingreso neto (cuadro 2) se aumentaron con el incremento en los niveles de nitrógeno, este efecto se debió a los manejos de Cero Laboreo, ya que el incremento en ingreso neto entre el nivel 0 y 90 kg/ha de nitrógeno en el arado fue de sólo Q. 21.65, mientras que en los otros dos niveles intermedios, el ingreso neto se redujo con respecto al del nivel cero.

Con Paraquat y limpias manuales se aumentó el ingreso neto, al incrementar los niveles de nitrógeno. Con Glyphosate se obtuvo el mejor ingreso neto, al nivel de 30 kg/ha de nitrógeno, a mayor fertilización, sus ingresos netos se redujeron.

Los mejores ingresos netos se obtuvieron con los manejos de cero laboreo, Paraquat y limpia manual al nivel de 30 kg/ha de nitrógeno con Q. 556.35 y Q. 466.25, respectivamente, por lo que resultan ser las alternativas más rentables.

CUADRO 2. Ingreso, en quetzales, por diferentes métodos de laboreo, a distintos niveles de fertilización nitrogenada, en el cultivo del maíz "La Máquina" 1981

Método de Laboreo	NIVELES DE NITROGENO				$\bar{X}$
	N-0	N-1	N-2	N-3	
Paraquat	172.67	354.67	393.85	556.35	369.38
Glyphosate	128.46	355.31	280.69	290.31	263.70
Limpia Manual	130.07	303.24	392.83	466.25	323.10
Arado	161.37	153.38	160.72	183.02	164.62
$\bar{X}$	148.14	291.65	307.02	373.98	

En base a estos resultados se determina que los métodos de cero laboreo fueron significativamente más rentables que el laboreo tradicional, además, de que la utilización de nitrógeno en el parcelamiento "La Máquina" será rentable, bajo técnicas de no laboreo.

4.3 Análisis marginal de ingresos netos

Del análisis de dominancia, cuadro 3, se determina que las alternativas no dominadas fueron: Paraquat a los niveles de 0, 60 y 90 kg/ha de nitrógeno y limpias manuales, a los cuatro niveles de fertilización nitrogenada. Se considera, por lo tanto, a los manejos de cero laboreo, con Paraquat (excepto el nivel de 30 kg/ha de N) y limpias manuales, como las mejores alternativas de inversión para el agricultor del parcelamiento "La Máquina" aún utilizándolos sin la aplicación de nitrógeno. Sin embargo, de acuerdo con el análisis marginal de ingresos netos del cuadro 4, la alternativa Paraquat a 60 kg/ha de nitrógeno, no será atractiva para ningún agricultor, puesto que sólo le representaría un 4% de tasa marginal de retorno. En cambio las demás alternativas sí son muy atractivas para cualquier agricultor, ahora bien, si se considera al agricultor del parcelamiento La Máquina, dentro del tipo de No subsistencia (14), ya que tiene acceso al mercado de capitales, y siendo su función objetiva la de maximizar el ingreso neto, las alternativas más eficientes para él, dentro de su empresa productiva, serían la limpia manual a 90 y 30 kg/ha de nitrógeno.

CUADRO 3. Análisis de dominancia de diferentes métodos de laboreo, a distintos niveles de fertilidad nitrogenada en el cultivo del maíz, La Máquina, 1981

Ingreso Neto Q/ha	Tratamiento	Costo Variable Q/ha
556.35	PN-3	199.72 *
466.25	LN-3	166.65 *
393.85	PN-2	161.55 *
392.83	LN-2	133.15 *
355.31	GN-1	171.03
354.67	PN-1	133.91
303.24	LN-1	103.96 *
290.31	GN-3	213.47
280.69	GN-2	188.71
183.02	AN-3	219.87
172.67	AN-0	84.44 *
161.37	PN-0	119.00
160.72	AN-2	193.73
153.38	AN-1	169.02
130.07	LN-0	55.39 *
128.46	GN-0	117.58

* Alternativas no dominadas

CUADRO 4. Análisis marginal de tratamientos no dominados de distintos métodos de laboreo, a diferentes niveles de fertilización nitrogenada, en el cultivo del maíz "La Máquina" 1981

Ingreso Neto Q/ha	Trata- miento	Costo Variable Q/ha	Cambio con Respecto al Incremento Marginal de Ingreso Neto	Beneficio Próximo Anterior Incremento Marginal de Costo Variable	Tasa de Retorno Marginal %
556.35	PN-3	199.72	90.10	33.07	272
466.25	LN-3	166.65	72.40	4.50	1,609
393.85	PN-2	161.55	1.02	28.40	4
392.83	LN-2	133.15	89.59	29.19	307
303.24	LN-1	103.96	130.57	19.52	669
172.67	PN-0	84.44	42.60	29.05	147
130.07	LN-0	55.39	130.07	55.39	235

5. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, a las observaciones de campo y bajo las condiciones ecológicas imperantes en el parcelamiento "La Máquina", de junio a octubre de 1981, se puede concluir:

1. Los manejos de Cero Laboreo a partir del nivel de 30 kg/ha de nitrógeno, superaron en rendimiento e ingreso neto a la labranza tradicional, por lo que son más rentables y con menor o igual dependencia de la energía derivada del fertilizante.
2. Con los manejos de Cero Laboreo se obtuvo respuesta a la fertilización nitrogenada, permitiendo maximizar los rendimientos e ingresos netos.
3. Las alternativas más rentables fueron Paraquat y limpia manual al nivel de 90 kg/ha de nitrógeno, con un ingreso neto de 556.35 y 466.25 Quetzales/ha, respectivamente. Sin embargo, la tasa de retorno marginal determinó como tratamientos más eficientes a la limpia manual a 90 y 30 kg de N/ha.
4. La labranza tradicional influyó negativamente sobre la población, mazorcas totales y buenas cosechadas, lo que se reflejó en el rendimiento y sanidad de las mazorcas.

6. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones anteriores se puede recomendar:

1. Continuar con la evaluación de manejos de Cero Laboreo en un mayor número de ambientes del parcelamiento "La Máquina", ya que han demostrado rendimientos e ingresos netos superiores a la labranza tradicional.
2. En los manejos de Cero Laboreo con Paraquat y limpiezas manuales, se recomienda explorar niveles de fertilización superiores a los 90 kg/ha de nitrógeno.

7. BIBLIOGRAFIA

1. ALLISON, F.E. Soil organic matter and its role in crop production. Amsterdam, Elsevier, 1973. 673 p. (Development in Soil Science, No. 3).
2. BAEUMER, K. y BABERMANS, W. A. Zero-tillage. Advance in Agronomy 25:77 - 120. 1973.
3. BANDEL, W. A. et al. N. behaviour under no till vs conventional corn culture. First year results using unlabeled N-fertilizer. Agronomy Journal 67 (6):782-786. 1975.
4. BARKER, M.R. y WUNCHE, W.A. Plantio direto en Rio Grande do Sul, Brasil. Outlook on Agriculture 9(3): 114-120. 1977.
5. BLEVINS, R.L. y THOMAS, G.W. No-tillage research: research reports and reviews College of Agriculture and Agricultural Experiment Station, Lexington, Kentucky, University of Kentucky, 1980. pp 7-22.
6. ----- y CORNELIUS, P.L. Influence of no-tillage and nitrogen fertilization on certain soil properties after five years of continuous corn. Agronomy Journal 69 (3):383-386. 1977.
7. BONE, W.S. Reduced tillage systems for soybean production. Soybean News 29 (2):1-2. 1978.
8. BOONE, F.R. et al. Some influences of zero-tillage on the structure and stability of a fine-textured river soil. Netherland Journal of Agricultural Science 18 (4):262-269. 1970.
9. BURGOS, C.F. y MENESES, R. Efecto en el suelo y en rendimiento de maíz de tres métodos de laboreo en Guápiles, Costa Rica. En: Reunión Anual del PCCMCA 25a., San Salvador, El Salvador 1978. Memoria. San Salvador, CENTA, 1978. v. 2, pp M 22/1-13.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

10. BURITY, H.A. Evaluación agroeconómica del manejo de la vegetación, previo a la siembra para los sistemas yuca (Manihot esculenta Crantz) y yuca asociada con frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE 1979. 135 p.
11. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. Memoria Anual 1976-1977. III. Informe del Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales. Turrialba, Costa Rica. 1977. pp 24-30.
12. GALLAHER, R.N. Soil moisture conservation and yield of crops no-till planted in rye. Soil Science Society of American Journal 41(1):145-147. 1977.
13. GUATEMALA, INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS. Informe Anual de la Región IV. Guatemala, 1980. (Mimeo).
14. ----- INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL.
Atlas Nacional de Guatemala. Guatemala, 1972. 87 p.
15. JONES JUNIOR, J.N. *et al.* The no-tillage system for corn (Zea mays L.) Agronomy Journal 60 (1):17-20. 1968.
16. -----, MOODY, J.E. y LILLARD, J.H. Effect of tillage no-tillage and mulch on soil water and plant growth. Agronomy Journal 61(5):719-721. 1969.
17. LAL, R. Effect of seed bed preparation and time of planting of maize (Zea mays L.) in Western Nigeria. Experimental Agriculture 9(4):303-313. 1973.
18. ----- No tillage effects on soil properties and maize (Zea mays L.) production in Western Nigeria. Plant and Soil 40(2):321-331. 1974.
19. ----- Role of mulching techniques in tropical soil and water management. International Institute of Tropical Agriculture. Technical Bulletin No. 1, 1974. 37 p.
20. ----- Soil temperature, soil moisture and maize yield from mulched and unmulched tropical soils. Plant and Soil 40(1):129-143. 1974.

21. LARSON, W.E. Tillage: enough is enough. *Crops and Soil Magazine*. 11(3):12-13. April-May, 1967.
22. MALDONADO, M.A. Evaluación agroeconómica y energética de la capacidad de sustitución de diferentes métodos de laboreo, a distintos niveles de fertilización nitrogenada, en sistemas de maíz-frijol. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1980. 112 p.
23. MANNERING, J.V., MEYER, L.D. and JOHNSON, C.B. Infiltration and erosion as affected by minimum tillage for corn (*Zea mays* L.) *Soil Science Society of American Proceeding* 30(1):101-105, 1966.
24. MELVILLE, D.R. and RABB, J.L. Studies with no till soybean production. *Louisiana Agricultural Experiment* 20 (2):3-16. 1977.
25. MOSHLER, W.W. et al. Comparative yield and fertilizer efficiency of no-tillage and conventionally tilled corn. *Agronomy Journal* 64(2):229-231. 1972.
26. ----- y MARTENS, D.C. Nitrogen, phosphorus and potassium requirements in no-tillage and conventionally tilled corn. *Soil Science Society of American proceedings* 39(5):889-891. 1975.
27. ----- y SHEAR, G.M. Residual fertility in soil continuously field cropped to corn by conventional tillage and no tillage methods. *Agronomy Journal* 67(1):45-48. 1975.
28. PERRIN, R.K. et al. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. México, D.F. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, 1976. 54 p.
29. PHILLIPS, S.H. y YOUNG JUNIOR, H.M. No-tillage farming: Milwaukee, Wisconsin, Reiman, 1973. 224 p.
30. RANEY, W. y ZINGG, A. Principles of tillage. In U.S. Department of Agriculture. *Yearbook of Agriculture* 1957; Soils. Washington D.C. 1957. pp 277-281.
31. SIMMONS, C.S., TARANO, J.M. y PINTO, J.A. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Guatemala, José Pineda Ibarra, 1959. pp 175-20.

32. TIRADO, H. Evaluación agroeconómica de dos sistemas de cultivos establecidos con cero labranza en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1979. 156 p.
33. TRIPLET JUNIOR, G.B. y VAN DOREN JUNIOR, D.M. Nitrogen, phosphorus and potassium fertilization of non-tillage maize. Agronomy Journal 61(4):637-639. 1969.
34. VILLENA, W. y SOUZA, R.F. Avances de la cero labranza en el cultivo del maíz en Centroamérica y el Caribe. En: Reunión Anual del PCCMCA, 26a., Guatemala, ICTA, 1980. Resúmenes. Guatemala, ICTA 1980. pp 40.
35. ZAFFARONI, E. et al. Influencia del no laboreo en la producción de maíz y frijol en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 21 p.

Vo.Bo.

*Op. Ramirez*

APENDICE

CUADRO 1A. Cuadros medios, significancia y coeficiente de variación para rendimiento, población cosechada, número de mazorcas totales, buenas y dañadas, en el cultivo del maíz, "La Máquina", 1981

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Rendimiento (TM/ha)	Población Cosechada P.U. ^{1/}	Número de Mazorcas por Parcela Util		
				Total	Buenas	Dañadas
Total	63					
Bloques	3	0.32 NS	54.14	28.62 NS	273.58 NS	55.27 NS
Manejos	3	1.42 *	1128.77 *	955.87 *	335.87 NS	203.10 NS
Error A	9	0.24	163.22	142.94	101.80	68.48
Niveles	3	5.49 *	463.97 *	592.87 *	1285.96 *	104.27 NS
Manejos x Niveles	9	0.53 *	99.78 NS	107.53 NS	131.74 *	70.31 NS
Error B	36	0.12	73.69	53.43	51.48	51.68
Coeficiente de Variación A						
		20.56 %	23.54 %	21.69 %	27.22 %	48.93 %
Coeficiente de Variación B						
		14.39 %	15.81 %	13.26 %	19.36 %	42.51 %

* = Diferencia estadística significativa al 5%

NS = Diferencia estadística no significativa

^{1/} = Parcela útil (18.9 m²)

CUADRO 2A. COSTOS TOTALES DE PRODUCCION, EN QUETZALES, Y NUMERO DE JORNALES POR HECTAREA, POR TRATAMIENTO. MAIZ EN MONOCULTIVO. (JUNIO - OCTUBRE/1981). PARCELAMIENTO "LA MAQUINA", 1981

	PN ₀	PN ₁	PN ₂	PN ₃	GN ₀	GN ₁	T R A T A M I E N T O S				LN ₀	LN ₁	LN ₂	LN ₃	AN ₀	AN ₁	AN ₂	AN ₃
I. MANO DE OBRA ^{1/}																		
CHAPEO A RAS											13.60	13.60	13.60	13.60				
LIMPIA MANUAL											17.00	17.00	17.00	17.00				
APLICACION DE HERBICIDAS	25.50	25.50	25.50	25.50	8.50	8.50	8.50	8.50							17.00	17.00	17.00	17.00
SIEMBRA	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52			9.52	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52
APLICACION DE INSECTICIDAS	18.36	18.36	18.36	18.36	18.36	18.36	18.36	18.36			18.36	18.36	18.36	18.36	18.36	18.36	18.36	18.36
APLICACION DE FERTILIZANTE		8.84	8.84	8.84		8.84	8.84	8.84				8.84	8.84	8.84		8.84	8.84	8.84
DOBLA	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20			10.20	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20	10.20
TAPISCA	20.74	33.32	37.06	47.94	20.40	35.70	32.64	34.34			17.00	28.90	33.66	41.48	23.12	24.48	26.18	28.90
DESGRANE	9.64	15.52	17.25	22.37	9.40	16.54	15.11	16.00			7.79	13.45	15.71	19.22	10.71	11.36	12.20	13.45
SUBTOTAL	93.96	121.26	126.73	142.73	76.38	107.66	103.17	105.76			93.47	119.87	126.89	138.22	88.91	99.76	102.30	106.27
TOTAL JORNALES	27.60	35.66	37.27	41.97	22.46	31.66	30.34	31.10			27.49	35.25	37.32	40.65	21.15	29.34	30.08	31.25
II. MATERIALES ^{2/}																		
SEMILLA	11.59	11.59	11.59	11.59	11.59	11.59	11.59	11.59			11.59	11.59	11.59	11.59	11.59	11.59	11.59	11.59
HERBICIDAS	28.56	28.56	28.56	28.56	28.56	28.56	28.56	28.56							26.75	26.75	26.75	26.75
FERTILIZANTE		22.17	44.34	66.51		22.17	44.34	66.51				22.17	44.34	66.51		22.17	44.34	66.51
INSECTICIDA	35.12	35.12	35.12	35.12	35.12	35.12	35.12	35.12			35.12	35.12	35.12	35.12	35.12	35.12	35.12	35.12
SUBTOTAL	75.27	97.44	119.61	141.78	125.99	148.16	170.33	192.50			46.71	68.88	91.05	113.22	73.46	95.63	117.80	139.97
III. MECANIZACION ^{1/}																		
CHAPEO A RAS															14.28	14.28	14.28	14.28
UN PASO DE ARADO															22.08	22.08	22.08	22.08
DOS PASOS DE RASTRA															22.06	22.06	22.06	22.06
SUBTOTAL															58.42	58.42	58.42	58.42
IV. COSTOS FIJOS																		
RENTA*	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00			35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00
INTERESES SOBRE II y III**	2.50	3.25	3.99	4.73	4.20	4.94	5.68	6.42			1.55	2.30	3.03	3.77	4.40	5.13	5.87	6.61
SUBTOTAL	37.50	38.25	38.99	39.73	39.20	39.94	40.68	41.42			36.55	37.30	38.03	38.77	39.40	40.13	40.87	41.61
COSTO TOTAL	206.73	256.95	285.33	324.24	241.57	295.76	314.18	339.68			176.73	226.05	255.97	290.21	260.19	293.94	319.39	346.27

^{1/} EN BASE A LOS COEFICIENTES TECNICOS DEL CUADRO 4A
^{2/} CANTIDADES FISICAS SE DESCRIBEN EN LA METODOLOGIA Y PRECIO DE INSUMOS EN EL CUADRO 5A
 * SOBRE 5 MESES
 ** % SOBRE 5 MESES

CUADRO 3A. Ingreso bruto y costos en efectivo más costos fijos, en quetzales por hectárea, por diferentes métodos de laboreo, a distintos niveles de fertilización, en el cultivo del maíz. "La Máquina" 1981

Tratamiento	Ingreso Bruto Q/ha	Costos en Efectivo + Costos Fijos: Q/ha
PN-0	379.40	112.77
PN-1	611.62	135.69
PN-2	679.18	158.60
PN-3	880.59	181.51
GN-0	370.03	165.19
GN-1	651.07	188.10
GN-2	594.87	211.01
GN-3	629.99	233.92
LN-0	306.80	83.26
LN-1	529.29	106.18
LN-2	618.88	129.08
LN-3	756.46	151.99
AN-0	421.56	171.28
AN-1	447.32	194.18
AN-2	480.11	217.09
AN-3	529.29	240.00

CUADRO 4A. Coeficiente técnico por hectárea para las diferentes labores en el cultivo del maíz. "La Máquina" 1981

Labor	Cantidad Realizada
Chapeo a ras	4 jornales ^{1/}
Limpia manual	2.5 jornales
Aplicación Herbicida/Aplic.	2.5 jornales
Aplicación Fertilizante/Aplic.	1.3 jornales
Aplicación Insecticida/Aplic.	
Al suelo	2.8 jornales
Al follaje	1.3 jornales
Siembra	2.8 jornales
Dobla	3.0 jornales
Tapisca	6 sacos/jornal
Desgrane	Q.0.27/saco desgranado
Arado ^{2/}	6.0 horas
Rastreo	2.0 horas

^{1/} Jornal = Q. 3.40

^{2/} Hora tractor de 65 HP = Q. 7.36

CUADRO 5A: Precios de los insumos y productos utilizados, en quetzales. Cultivo del maíz, "La Máquina" 1981

Insumo o Producto	Precio por Unidad (Q.)
Glyphosate (Round-Up)	19.82 litro
Paraquat (Gramoxone)	4.76 litro
Nitrógeno (Urea al 46%)	0.34 kilo
Carbofurano (Furadán 3G)	1.70 kilo
Alaclor (Lazo)	4.76 litro
Diurón (Karmex)	7.71 kilo
Phoxim (Volatón 2.5G)	0.59 kilo
Semilla de maíz (HB-47)	0.80 kilo
Maíz en grano	234.20 TM

NOTA:

La presente tesis fue realizada bajo la carta de entendimiento entre la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA).

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apertura Postal No. 1345

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia	05-83
Revista	11-2-83

"IMPRIMASE"

DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.
DECANO

