

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE 9 GENOTIPOS DE MAIZ PARA ELOTILLO
(BABY CORN) EN TRES LOCALIDADES DEL SUR DEL PAIS

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva

de la

Facultad de Agronomía

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

ARMANDO ALFREDO ORTIZ GARZARO

en el acto de investidura de

INGENIERO AGRONOMO

en el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Julio de 1982

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central
Sección de Tesis

01
T(670)
C.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Eduardo Meyer Maldonado

JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano	Dr. Antonio A. Sandoval S.
Secretario	Ing. Agr. Carlos Fernández
Vocal 1o.	Ing. Agr. Oscar René Leiva R.
Vocal 2o.	Ing. Agr. Gustavo Méndez Gómez
Vocal 3o.	Ing. Agr. Fernando Vargas
Vocal 4o.	Prof. Leonel Enríquez Durán
Vocal 5o.	P. Agr. Roberto Morales

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

Decano	Dr. Antonio A. Sandoval S.
Examinador	Ing. Agr. Carlos Domínguez
Examinador	Ing. Agr. Jorge Fuentes
Examinador	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Secretario	Ing. Agr. Carlos N. Salcedo

Guatemala, 20 de julio de 1982

Doctor Antonio Sandoval S.
Decano de la Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad

Señor Decano:

En atención a la designación que me hiciera el Decanato a su digno cargo, me es grato hacer de su conocimiento que he asesorado al Bachiller en Ciencias y Letras, Armando Alfredo Ortíz Garzaro, en el desarrollo del trabajo de tesis titulado "EVALUACION DE 9 GENOTIPOS DE MAIZ PARA ELOTILLO (BABY CORN) EN TRES LOCALIDADES DEL SUR DEL PAIS".

El presente trabajo cuenta con base científica y se considera que proporciona información sobre esta variante del cultivo del maíz, la cual es una buena alternativa de producción en nuestro medio.

Por lo anterior, opino que dicho trabajo cumple con los requisitos que debe llenar una tesis de graduación a nivel universitario, y en consecuencia recomiendo que sea aprobado como tal para su publicación.

Sin otro particular, de usted

Atentamente,


Ing. Agr. Salvador Morales Escalante
Asesor

Guatemala, Julio de 1982

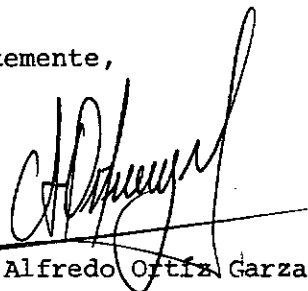
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De acuerdo a lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar a vuestra consideración el trabajo de Tesis titulado "EVALUACION DE 9 GENOTIPOS DE MAIZ PARA ELOTILLO (BABY CORN) EN TRES LOCALIDADES DEL SUR DEL PAIS".

Con el objetivo de llenar el último requisito para optar al Título de INGENIERO AGRONOMO, en el grado de LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS.

Deferentemente,



Armando Alfredo Ortiz Garzaro

ACTO QUE DEDICO

A Dios Todopoderoso
porque Jehová da la sabiduría, y de su
boca viene la inteligencia.

Y mejor es la sabiduría que las
piedras preciosas; y todo cuanto se
puede desear no es de compararse con ella.

Proverbios 2:6 - 8:11

TESIS QUE DEDICO

A mis padres

Augusto César Ortíz Mazariegos

Estela Leonor Garzaro de Ortíz

A mi esposa

Magda Elizabeth Bauer de Ortíz

CONTENIDO

PRESENTACION

DEDICATORIA

I INTRODUCCION

II REVISION DE LITERATURA

- II.1 Descripción del Elotillo
- II.2 Presentación del Elotillo
- II.3 Requisitos de calidad
- II.4 Condiciones climáticas y edáficas para su cultivo
- II.5 Cultivo
- II.6 Industrialización

III MATERIALES Y METODOS

- III.1 Descripción de las zonas
- III.2 Descripción de los materiales a emplear
- III.3 Metodología Experimental
 - III.3.1 Diseño Experimental
 - III.3.2 Manejo del Experimento

IV RESULTADOS, ANALISIS Y DISCUSION

- IV.1 Análisis de Varianza
- IV.2 Análisis Combinado
- IV.3 Análisis Económico
- IV.4 Discusión de resultados

V CONCLUSIONES

VI RECOMENDACIONES

VII RESUMEN

VIII BIBLIOGRAFIA

I. INTRODUCCION

Guatemala en los últimos tiempos está sufriendo una tendencia a la agro-industria, que ha permitido incrementar la rentabilidad de algunos cultivos, aún los tradicionales como el maíz, es por eso que tratando de dar al pequeño y mediano agricultor, alternativas tendientes a incrementar su ingreso en el cultivo del maíz, se pensó en la realización de esta investigación, que consiste básicamente en evaluar 9 Genotipos de maíz para utilizarse en envasado como elotillo (Baby Corn).

Siendo el ciclo de cultivo de maíz en la Costa Sur de 11 semanas aproximadamente, (2) se pueden obtener de 3 a 4 cosechas al año; en el caso de producción de elotillo que tiene un ciclo promedio de 48 días (2), podemos lograr más cosechas al año, lo que agregado a la reducción de costo, incrementa las utilidades por año y por unidad en superficie cultivada.

En la presente investigación se pretende evaluar Genotipos de maíz, variedades e híbridos que ya existen en el comercio para la producción de grano, por lo que ya están perfectamente adaptados a la zona, con el propósito de obtener como producto final "Elotillo" (Baby Corn) para la industria.

OBJETIVOS

Con esta investigación se pretende el siguiente objetivo: encontrar mediante el método científico, el mejor o mejores Genotipos de maíz para producción de elotillo (Baby Corn), dándole así una alternativa de producción más rentable al pequeño productor sin cambiar el tipo de cultivo a que está acostumbrado.

HIPOTESIS

Los Genotipos de maíz evaluados en Guatemala para producción de grano pueden ser utilizados, mediante una cosecha prematura, con buen rendimiento y calidad para producción de elotillo (Baby Corn).

II. REVISION DE LITERATURA

II.1 Descripción del Elotillo

El elotillo (Baby Corn) es un producto que se obtiene de la planta de maíz en la cual constituye la inflorescencia femenina y la fructificación que comúnmente le denominamos "elote", con la diferencia de que al referirnos al elote generalmente lo hacemos pensando en una mazorca que ha llegado a su total crecimiento y casi completado su desarrollo; al decir elotillo, nos referimos al mismo elote en el inicio de su desarrollo y crecimiento. El elotillo cuenta con las brácteas de hojas envoltorias (tuzas) internas, aún muy tiernas al igual que el elote en crecimiento y sin que los granos lleguen ni siquiera al inicio del estado lechoso. Dependiendo de la variedad y la temperatura, el producto se puede obtener entre los 45 y 75 días desde la emergencia de las plantas.

La inflorescencia masculina, panícula o panoja, se puede ver de 7 a 10 días antes de la salida de los pistilos en la flor femenina, y el polen comienza a caer de 2 a 3 días antes que los pistilos emerjan y continúa cayendo después de 5 a 8 días, o sea que el elotillo se obtiene, en algunas variedades, cuando ya se ha efectuado la polinización o fecundación de la flor,

pero antes que llegue a desarrollarse como elote (aunque ya posee su forma representativa). En otras variedades, es posible obtener el elotillo aún antes de aparecer los pistilos y lógicamente sin que exista polinización y fecundación.

II.2 Presentación del Elotillo

La presentación del producto ya procesado es sin las hojas envoltorias o brácteas, sin los pistilos de la inflorescencia femenina y lógicamente presentando el inicio del desarrollo de los granos del elote.

II.3 Requisitos de calidad

Para la industria se requiere un producto que se muestre tierno, fresco y succulento, y con características tales como: textura suave, color blanco o blanco-cremoso, con tamaño entre 4 y 8 centímetros de largo y con forma de cono alargado, representativa del elote completamente desarrollado, así como con los granos incipientes ya formados. Aunque es posible utilizar las puntas de elotillos mayores de 8 centímetros, dependiendo de su estado de madurez.

Se requiere de un producto entero, sin quebraduras, ni rajaduras, sin presencia de oxidación, deshidratación, enfermedades y/o plagas en cualquier estado, y libre de daños de cualquier naturaleza.

II.4 Condiciones climáticas y edáficas para su cultivo

El cultivo del maíz en nuestro medio -Guatemala- es de

tipo cosmopolita, o sea que se puede cultivar desde el nivel del mar hasta las mayores alturas existentes en el país, y de la misma manera puede obtenerse elotillo; sin embargo, se preferieren condiciones que permitan obtener el producto en el menor tiempo posible y programar su producción el mayor número de veces durante el año; es recomendable realizar su cultivo bajo las siguientes condiciones de suelo y clima: El maíz requiere de condiciones de suelo entre franco-arcilloso y franco-arenoso, con profundidad de 25 cms. y PH de 6.5 a 7, y las zonas que pueden considerarse apropiadas son:

Zona Tropical Seca: predominan temperaturas promedios anuales de 24°C., con precipitaciones entre 1000 y 2000 mm. al año y se localiza entre 0 y 700 m s n m en la Costa del Pacífico, y entre 0 y 500 m s n m en la Zona Norte. Con el uso de irrigación es factible obtener hasta 4 cosechas al año de grano.

Zona Tropical Húmeda: tiene condiciones similares a la anterior, con la diferencia de que la precipitación anual oscila entre 2000 y 4000 mm.

El maíz con fines de producción de elotillo también es factible cultivarlo en las zonas sub-tropicales Secas y Húmedas, hasta alturas no mayores a 1000 m., bajo condiciones de mayor altura, el número de cosechas durante el año será menor, ya que debido a la temperatura se retrasa el ciclo vegetativo del maíz.

Dependiendo de la variedad y la temperatura, el maíz alcanza su madurez fisiológica entre 90 y 130 días en zonas entre 0 y 900 m s n m, haciendo factible la obtención del elotillo a partir de los 45 días después de la emergencia de la planta, mientras que para la zona del altiplano, el ciclo tarda entre 8 y 12 meses en alturas de 2000 m s n m.

La madurez fisiológica se manifiesta cuando el grano alcanza una humedad aproximada de 30-35% en la zona baja 0 - 900 m s n m.

II.5 Cultivo

a) Semilla (variedades o híbridos)

Para la obtención de elotillo se requieren materiales que demuestren capacidad de brindar las condiciones mínimas para la calidad del producto; color blanquecino, buena forma, ciclo corto, etc. Entre los materiales de grano blanco que pueden cultivarse en las regiones entre 0 - 900 m s n m, están: ICTA T-101, 107-A, X306-B, etc.

También pueden utilizarse los progenitores machos que dan origen a estos materiales, tratando de aprovecharlos en la producción de polen, forraje y además elotillo; lo anterior permite aumentar las utilidades por unidad de superficie cultivada ya que se bajan los costos y se incrementan las entradas de capital.

b) Epocas de Siembra

Las siembras en las zonas ya descritas se pueden programar para realizarse en cualquier época del año, siempre y cuando se tengan facilidades de cultivo tales como: mano de obra, de irrigación, o posibilidades de proveer humedad al cultivo, aunado a un mercado seguro para la captación del producto.

c) Preparación del suelo para la siembra

Para la siembra de maíz se hace necesaria la preparación del suelo mediante un paso de arado y dos de rastra, a efecto de dejar una buena cama para la germinación de la semilla y el posterior desarrollo del cultivo. En esta preparación generalmente también se hace necesaria la primera aplicación de insecticidas tipo preventivo, con el objeto de controlar posibles brotes de plagas del suelo y para ello se puede utilizar: Volatón granulado o en polvo, Furadán 5G, Aldrín, etc. aplicados al voleo antes del segundo paso de rastra. Algunas veces también se aplican herbicidas pre-emergentes, dependiendo del programa de control de malezas establecido. En condiciones de suelo ya mullido, no es necesario realizar surqueado o camelloneado del terreno.

d) Siembra

Existen dos métodos principales de siembra: manual y mecanizada, y las distancias dependerán del método a utilizar.

Este depende de la facilidad o recursos disponibles y de las condiciones del terreno.

Las distancias que se pueden utilizar son:

Siembra mecanizada: 0.7 metros entre surcos y 25 cms. entre matas, poniendo 2 granos por postura.

80 cms. entre surcos y 15-20 cms. entre matas, de un grano por postura.

Siembra manual (con chuzo): 0.90 mts. entre surcos y 0.50 entre plantas, 3 granos por postura.

En cuanto al cultivo de maíz con fines de explotar el elotillo, pueden utilizarse distancias más reducidas a efecto de maximizar la densidad de población por unidad de área (entre 50 y 65 mil plantas/manzana).

Las distancias por el método mecanizado es factible reducirlas entonces entre 12 y 18 cms., entre matas, poniendo un grano por postura y siempre dejando un metro entre surcos.

La cantidad de semilla depende de las distancias de siembra a utilizar y aproximadamente son necesarias entre 25, 40 y 45 libras de semilla certificada o seleccionada en poblaciones bajas medias y altas por unidad de superficie.

e) Fertilizaciones

Las fertilizaciones se recomienda efectuarlas en base a un análisis de suelo preliminar a efecto de proveer las cantidades

realmente necesarias. Sin embargo, se ha generalizado la utilización de un fertilizante completo en el momento de la siembra, debajo de la semilla, pudiendo utilizar cualquiera de las relaciones siguientes: 12-24-12, 10-30-10, 15-15-15, etc., y en cantidades desde 3 y 5 qq/Mz., dependiendo de la densidad de siembra, con ello se logra promover un desarrollo inicial vigoroso de las plantas recién germinadas después de haber utilizado las sustancias de reserva proveídas por la semilla.

Posteriormente, también es recomendable realizar una nueva fertilización aproximadamente a los 30 días de la primera aplicación, entonces debe utilizarse un fertilizante nitrogenado, tal como Urea (46-0-0), Sulfato de Amonio, etc., aplicando alrededor de 3 qq/Mz., en banda a la par de los surcos del cultivo, aproximadamente 10 cms. y enterrado 5 cms.

Vale la pena mencionar que la segunda fertilización no es necesaria en los suelos considerados fértiles si el objetivo único del cultivo del maíz es el elotillo, pues únicamente será necesaria la primera fertilización para lograr un producto aceptable.

f) Control de Malezas

En el cultivo de maíz generalmente se realizan 2 a 3 limpiezas durante el ciclo, sin embargo, con fines de aprovechamiento del elotillo al igual que las fertilizaciones únicamente puede efectuarse una sola limpieza y a lo sumo dos, procurando que

la segunda limpia si es que se realiza, se haga por lo menos 7 días antes de la cosecha.

La primera se puede efectuar entre los 15 y 25 días después de la siembra, dependiendo de la incidencia de las malas hierbas, las cuales se empiezan a controlar con una buena preparación del suelo. En este caso es posible realizar las limpiezas manuales con azadón, mecanizadas con cultivador, y químicas utilizando herbicidas de tipo selectivo para el maíz (11).

II.6 Industrialización

El proceso de industrialización consiste básicamente en lo siguiente:

- Pelado, actividad desarrollada totalmente a mano que básicamente se reduce a efectuar un corte de la parte basal (anterior) del elotillo -sin dañar el mismo- haciendo luego un rayón a lo largo de la envoltura, ambas operaciones hechas con cuchillo. Esta se puede hacer en el mismo campo de cultivo, implicando el empleo de recipientes especiales (tambos de plástico agujereados) para su posterior transporte, que no podrá ser mucho tiempo después del pelado, o bien hacerlo en el momento de llegar a la planta de procesamiento, que implica mucho más facilidad para su transporte, y por consiguiente, menores pérdidas en cuanto a calidad. Generalmente esta operación es efectuada por mujeres y niños.

- Posteriormente el producto es lavado y cocido, agregando sal, vinagre y ácido acético para su preservación, y ácido ascórbico para el sabor, siendo envasado en 3 tamaños: 8, 16 y 32 onzas.

III. MATERIALES Y METODOS

III.1 Descripción de las Zonas

Guatemala es un país con una variabilidad muy grande de condiciones climáticas y edáficas, distinguiéndose 4 provincias fisiográficas que son de Sur a Norte las siguientes:

- La planicie Costera del Pacífico
- La Provincia Volcánica
- La Cordillera Central
- Tierras Bajas de El Petén (8)

Para nuestro estudio nos concretamos a la primera "Planicie Costera del Pacífico", que es una franja de aproximadamente 50 Kms. de ancho, formada a lo largo del litoral del pacífico por los productos de erosión de las tierras altas volcánicas.

Zona compuesta de aluvión cuaternario, esta zona constituye el 9% del área total del país con elevaciones entre 0 - 500 metros y pendientes 1% al 5%.

Los suelos profundos, textura del suelo superficial franca y franco-arcillosa, ligeramente ácido, color oscuro y de un espesor que varía entre 30 hasta 50 cms., sub-suelos con textura franca, franco-arcillosa a franca; ligeramente ácidos, de profundidad variable entre uno a dos metros.

LOCALIDADES SELECCIONADAS:

1. FINCA CHOCOLA: Pertenece al Municipio de San Pedro Jocopilas, Departamento de Suchitepéquez, su localización es de latitud N 14° 35', longitud OG 91° 25', su altura es de 800 metros sobre el nivel del mar y su precipitación pluvial media es de 4030 mm/año, distribuída todo el año, con mayor incidencia en el período de mayo a octubre.

Sus suelos son profundos, desarrollados sobre material volcánico, color claro en su mayoría cultivados de café. (12)

2. ESTACION DE FOMENTO LOS BRILLANTES: Pertenece al Municipio de Santa Cruz Muluá, Departamento de Retalhuleu, con una localización de latitud N 14° 34', longitud OG 91° 25', su altura es de 340 metros sobre el nivel del mar, con una precipitación pluvial de 3330 mm/año. (12)

3. PARCELAMIENTO NUEVA CONCEPCION: Pertenece al Departamento de Escuintla, geográficamente esta zona se encuentra ubicada entre los paralelos latitud norte 14° 12' y longitud oeste de 91° 12' de Greenwich; su altura sobre el nivel del mar varía de 10 a 75 mts.

De acuerdo a la clasificación de Holdridge, el parcelamiento de Nueva Concepción pertenece a la zona tropical húmeda, con una precipitación que oscila entre 1,800 a 2,300 mm anuales, distribuídos principalmente entre los meses de mayo a octubre

y cuenta con una temperatura media anual de 27°C. En general no se dan cambios bruscos de temperatura.

En el parcelamiento existen dos tipos de suelo bien diferenciados, livianos y pesados; los primeros son los que predominan en el parcelamiento, con relieves casi planos en grandes extensiones, con pendientes de 1 a 1.5% en dirección al Océano Pacífico; son suelos bien drenados, profundos, con texturas que van desde franco-arcilloso a franco-arenoso. Se observan profundidades promedio de 80 cms. o más.

Además de sembrar el cultivo de maíz en tres épocas al año, se cultiva el arroz, ajonjolí, banano y plátano. (3)

III.2 DESCRIPCION DE LOS MATERIALES

Los materiales evaluados fueron los Híbridos ICTA T-101, H3, HB-11, Variedad La Máquina, ICTA B1, HB-33, HA-28, A-772, y H5.

III.2.1 ICTA B1. Plantas de porte bajo (2.12 mts.) lo que las hace resistentes al acame, su ciclo es intermedio, variedad muy estable bajo diferentes condiciones de lluvia y tipos de suelo de las Regiones en Guatemala, inferiores a los 1000 metros sobre el nivel del mar; el método de mejoramiento usado en esta variedad permite mejorar sus características en cada ciclo, por lo que se espera en cada uno obtener plantas cada vez más eficientes. (5)

- III.2.2 HB-33. Creado por ICTA en 1978, fue evaluado extensamente en 36 localidades en 1979, mostrando excelente adaptación a condiciones de cultivo entre 0 y 1000 metros sobre el nivel del mar. Las plantas alcanzan una altura de 2.10 mts. y la posición de la mazorca es a 1.15 mts., su grano blanco con alto potencial de rendimiento. (5)
- III.2.3 HA-28. Híbrido de grano amarillo también adaptado a la zona baja de Guatemala. Ha tenido gran aceptación por su grano color amarillo intenso, las características de la planta son, altura 2.15 mts., con la mazorca a 1.18 mts., lo que le da gran resistencia al acame y facilidad de cosecha. (5)
- III.2.4 H3. Híbrido blanco, de origen salvadoreño, bastante difundido en Guatemala. Su adaptabilidad oscila entre los 0 y los 1000 m s n m. Se tienen datos de su rendimiento, el que tomado desde 1977 a 1980, nos da un promedio de 66 quintales por manzana. Su altura de planta es de 2.40 mts. y de mazorca de 1.38 mts. Su porcentaje de acame, aunque menor que el del H5, es bastante alto, 12.10%. (6)
- III.2.5 T-101. Es un híbrido (blanco) inter-varietal, adaptado a las zonas tropicales inferiores a los 1000 metros sobre el nivel del mar, sus plantas son bajas

no pasando de los 2.20 mts. a la base de la espiga (panoja). Este es deseable para la producción del elotillo (Baby Corn) por la posición baja de la mazorca -espiga- lo que facilita la recolección y evita el acame en gran porcentaje.

Su período de siembra a cosecha es de 115 días (ciclo intermedio). (5)

III.2.6 HB-11. Es un híbrido blanco de reciente creación en ICTA, también para condiciones de alturas entre 0 - 1000 metros sobre el nivel del mar. En este híbrido se han conjugado las 3 características más deseables para producción de elotillo, como son planta baja, posición también baja de la mazorca (espiga) y precocidad, ya que la altura de la planta es de 2.12 mts. y la de la mazorca es de 1.13 mts., dando plantaciones muy uniformes. (3)

III.2.7 LA MAQUINA. Variedad de polinización libre obtenida mediante selección local de materiales tropicales introducidos del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Las plantas de esta variedad tienen un follaje verde oscuro con hojas erectas que le dan muy buena apariencia, su altura es ligeramente superior a las anteriores (2.25 mts.). Esta variedad ha demostrado experimentalmente rendimientos

superiores a los mejores híbridos comerciales sembrados en Guatemala. (5)

III.2.8 H5. Híbrido de grano blanco semi-dentado. Planta más alta que el H3, 2.50 mts., con la mazorca a 1.48 mts. Híbrido menos tolerante al achaparramiento. Su ciclo es de 110 a 120 días, con un rendimiento promedio de 70 quintales por manzana, habiéndose registrado rendimientos máximos de hasta 100 quintales/manzana. Es adaptable a alturas de hasta 1500 m s n m. (4) Su porcentaje de acame, uno de los más altos entre los híbridos y variedades mejoradas, es del 18.2%. (6)

III.2.9 A-772. Híbrido de cuatro líneas, desarrollado en México, color de grano amarillo, adaptable a alturas menores de 1000 metros sobre el nivel del mar o más, con un ciclo intermedio. (1)

III.3 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

III.3.1 Diseño Experimental:

El diseño utilizado fue el de Bloques Completos al Azar, con 4 réplicas y 10 tratamientos. Las parcelas utilizadas en el diseño fueron de 27.3 mts.², 7.8 x 3.5 mts., siendo 36 parcelas con una superficie total por localidad de 982.8 mts.² (sin incluir las calles correspondientes).

En este diseño los tratamientos, que en nuestro caso son los 9 Genotipos de maíz, se asignaron aleatoriamente a un grupo de unidades experimentales denominado bloque. (10)

Cada tratamiento es asignado el mismo número de veces a unidades experimentales dentro de un bloque (generalmente es más eficiente tener una sola repetición de cada tratamiento por bloque). (10)

En el caso de experimentos en cultivos, las parcelas de campo adyacentes suelen producir en forma más parecida que aquellas separadas por alguna distancia. (10) Sin embargo, en nuestro experimento las parcelas quedaron separadas un metro entre sí para facilitar las labores culturales, la toma de datos, y la cosecha.

a Modelo Estadístico del diseño Bloques Completos al Azar •

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Y_{ij} = variable respuesta en la ij -ésima unidad experimental

U = efecto de la media general

T_i = efecto del i -ésimo tratamiento

B_j = efecto del j -ésimo bloque

E_{ij} = efecto del error experimental en la
ij-ésima unidad experimental

$$i = 1, 2 \dots t$$

$$j = 1, 2 \dots r$$

a.i Análisis de varianza

Se utilizaron las siguientes fórmulas:

- Factor de corrección

$$F_c = \frac{(\sum x)^2}{RN}$$

Fc = Factor de corrección

x = Gran total

R = Repeticiones

N = Número de tratamientos

- Suma de cuadrados y cuadrado medio de los bloques

$$SCB = \frac{\sum (T_b)^2}{N} - F_c$$

CMB = SCB/gl

- Suma de cuadrados y cuadrado medio de tratamientos

$$SCT = \frac{\sum (T +)^2}{R} - F_c$$

CMT = SCT/gl

- Suma de cuadrados y cuadrado medio del error

$$SCE = SCT - SCT - SCB$$

CME = SCE/gl

- Suma de cuadrados y cuadrado medio total

$$SCT = \sum (X^2) - Fc$$

$$CMT = SCT/gl.$$

b Prueba de Tukey

El procedimiento consiste en lo siguiente:

b.i - Calcular el comparador W.

$$W = q (P. Gle) + \bar{Sx}$$

$$\bar{Sx} = \sqrt{\frac{CMe}{r}} \alpha$$

de donde:

q = Valor que aparece en la tabla de Tukey

Gle = Grados de libertad del error

p = Número de tratamientos

\bar{Sx} = Error estandar

r = número de repeticiones

α = nivel de significancia

b.ii - Encontrar las diferencias entre las medias

b.iii - Comparar esta diferencia con el comparador

c Análisis Combinado

El modelo estadístico para este análisis es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \delta_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = variable respuesta en la ijk-ésima unidad experimental

- U = efecto de la media general
 L_i = efecto de la i -ésima localidad
 β_j = efecto del j -ésimo bloque
 T_k = efecto del k -ésimo tratamiento
 $L T_{ik}$ = efecto de la interacción de localidad
x tratamiento
 ϵ_{ijk} = efecto del error en la ijk -ésima unidad
experimental
- $i = 1, 2 \dots l$
 $j = 1, 2 \dots r$
 $k = 1, 2 \dots t$

III.3.2 Manejo del Experimento

Preparación del terreno:

Casi sin ninguna diferencia con el cultivo del maíz para grano, la preparación del terreno consistió en lo siguiente:

- a. Un paso de arado profundo
- b. Dos pasos de rastra

Desinfección del suelo:

Se aplicó Furadan 5G inmediatamente antes de la siembra en el fondo del surco (abajo de la semilla) esto a razón de 40 libras/Mz.

Fertilización:

Esta se hizo de la siguiente manera:

1.5 qq/Mz. de Urea (46% N) 25 días después de la siembra.

Siembra:

Esta se hizo manual, en un rayón o surco a una distancia de 0.30 mts. entre plantas, 0.70 entre surcos, a razón de 2 plantas por postura (63,000 plantas por manzana, aproximadamente).

Control de Plagas:

A los 21 días después de la emergencia, se hizo una aplicación de Volatón granulado.

Control de malezas:

Gesaprin 3-4 lbs/Mz. después de la siembra (pre-emergente).

Cosecha:

Se hizo el primer corte (de dos cortes) a los 45 días después de la siembra, haciendo el segundo corte a los 47 días.

NOTA: Se efectuó un análisis nutricional del elotillo (% Proteína) en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de la División de Química Agrícola y de Alimentos del INCAP, obteniéndose como resultado que el elote en ese estado de desarrollo (elotillo), tiene un promedio de 1.86% de proteína, lo cual es de poca importancia ya que el uso del

producto no es con fines nutritivos, sino más bien es un artículo gastronómico utilizado en ocasiones especiales.

IV RESULTADOS, ANALISIS Y DISCUSION

A continuación, y a manera de ilustración, se encontrarán los cuadros de rendimiento de las tres localidades donde se efectuó el estudio expresado en miles de unidades de elotillo por hectárea.

CUADRO 1. Rendimiento de elotillo en miles de unidades por hectárea en "Los Brillantes"

Trat.*	REPETICIONES				TOTAL	\bar{X}
	I	II	III	IV		
1	31.08	34.29	35.72	37.70	138.79	34.70
2	21.82	43.65	23.81	30.42	119.70	29.92
3	27.77	27.14	32.11	24.47	111.42	27.87
4	13.89	23.81	23.15	23.81	84.66	21.16
5	23.15	19.84	33.73	15.88	92.60	23.15
6	26.46	19.18	28.44	27.77	101.85	25.46
7	9.92	13.89	15.21	15.21	54.23	13.56
8	10.58	11.90	18.52	23.15	64.15	16.04
9	23.15	31.10	42.33	50.26	146.84	36.71
TOTAL	187.82	224.80	253.02	249.27	914.91	228.57
\bar{X}	20.87	24.98	28.11	27.69	101.66	25.41

CUADRO 2. Rendimiento de elotillo en miles de unidades por hectárea en "Nueva Concepción"

Trat.*	REPETICIONES				TOTAL	\bar{x}
	I	II	III	IV		
1	38.36	18.68	35.06	38.36	130.46	32.62
2	17.85	37.03	36.38	27.77	119.03	29.76
3	24.47	26.45	37.70	26.45	115.07	28.77
4	13.22	23.80	27.12	22.48	86.62	21.66
5	21.16	21.17	28.44	19.83	90.60	22.65
6	24.27	19.18	27.12	30.42	100.99	25.25
7	15.87	15.20	14.56	11.24	56.87	14.22
8	2.64	13.89	32.41	20.50	69.44	17.36
9	50.92	33.07	33.07	33.53	150.59	37.65
TOTAL	208.75	208.17	271.86	230.58	919.66	229.92
\bar{x}	23.19	23.16	30.21	25.62	102.18	25.55

CUADRO 3. Rendimiento de elotillo en miles de unidades por hectárea en "Chocolá"

Trat.*	REPETICIONES				TOTAL	\bar{X}
	I	II	III	IV		
1	21.16	17.1	23.15	33.1	94.51	23.63
2	26.45	22.48	36.38	27.77	113.08	28.27
3	22.49	25.80	31.09	16.53	95.91	23.98
4	9.25	19.84	23.15	18.52	70.76	17.69
5	18.52	22.49	19.18	19.84	80.03	20.01
6	15.21	21.16	23.81	26.45	86.63	21.66
7	15.87	14.55	17.86	8.59	56.87	14.22
8	5.29	3.97	11.91	14.55	35.72	8.93
9	44.31	29.11	29.76	39.01	142.19	35.55
TOTAL	178.55	176.50	216.29	204.36	775.70	193.93
\bar{X}	19.84	19.61	24.03	22.71	86.19	21.55

* En los tratamientos, los números corresponden a los siguientes híbridos y variedades de maíz:

- | | | | |
|-----|------------|-----|------------|
| 1 = | ICTA T-101 | 5 = | HA-28 |
| 2 = | ICTA-B1 | 6 = | H-3 |
| 3 = | HB-33 | 7 = | A-772 |
| 4 = | HB-11 | 8 = | La Máquina |
| | | 9 = | H5 |

CUADRO 4. Análisis de Varianza "Los Brillantes"

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.		
					.05	.01	
Bloques	3	300.108	100.036	2.66	3.01	4.72	N.S.
Tratamientos	8	1933.0174	241.63	6.42	2.36	3.36	*
Error	24	903.3521	37.64				
Total	35	3136.4775	89.61				

CUADRO 5. Análisis de Varianza "Nueva Concepción"

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft.		
					.05	.01	
Bloques	3	282.52	94.17	1.78	3.01	4.72	N.S.
Tratamientos	8	1774.48	221.81	4.20	2.36	3.36	*
Error	24	1268.13	52.84				
Total	35	3325.13	95.00				

CUADRO 6. Análisis de Varianza "Chocolá"

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	.05	Ft. .01	
Bloques	3	127.68	42.56	0.89	3.01	4.72	N.S.
Tratamientos	8	1926.47	240.81	5.03	2.36	3.36	*
Error	24	1147.83	47.83				
Total	35	3201.98	91.49				

CUADRO 7. Prueba de Tukey - Tratamientos

		36.63	30.31	29.31	26.87	24.12	21.93	20.17	14.11	14
7	14	a								
8	14.11	a	b							
4	20.17	a	b	c						
5	21.93	a	b	c	d					
6	24.12			c	d	e				
3	26.87			c	d	e	f			
2	29.31				d	e	f	g		
1	30.31				d	e	f	g		
9	36.63							g		

CUADRO 8. Prueba de Tukey para localidades

	25.55	25.41	21.55
3 21.55	a		
2 25.41		b	
1 25.55		b	

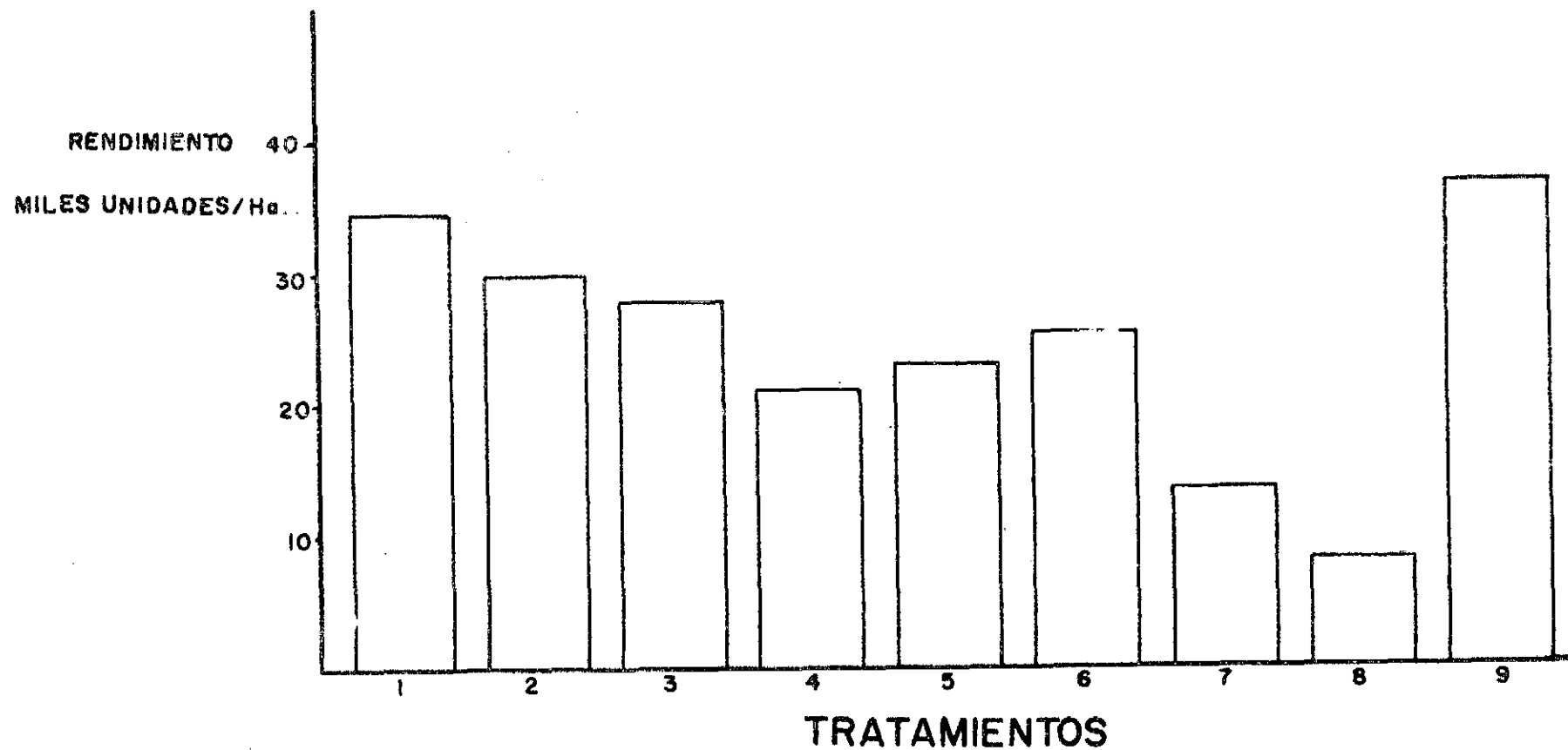
- 1 = Nueva Concepción
- 2 = Los Brillantes
- 3 = Chicolá

CUADRO 9. Análisis combinado de la serie de experimentos

	GL.	S.C.	G.M.	Fc.	Ft.	5%
FUENTE						
LOCALIDADES	2	370.1680	185.0840	4.5009	3.13	*
REPETICIONES	9	616.5625	68.5069	1.6660	--	--
TRATAMIENTOS	8	5431.6836	678.9604	16.5111	2.08	**
TRATAMIENTOS POR LOCALIDADES	16	236.5870	14.7864	0.3596	1.83	N.S.
ERROR	72	2960.7500	41.1215	--	--	--
TOTAL	107	9615.7461	--	--	--	--

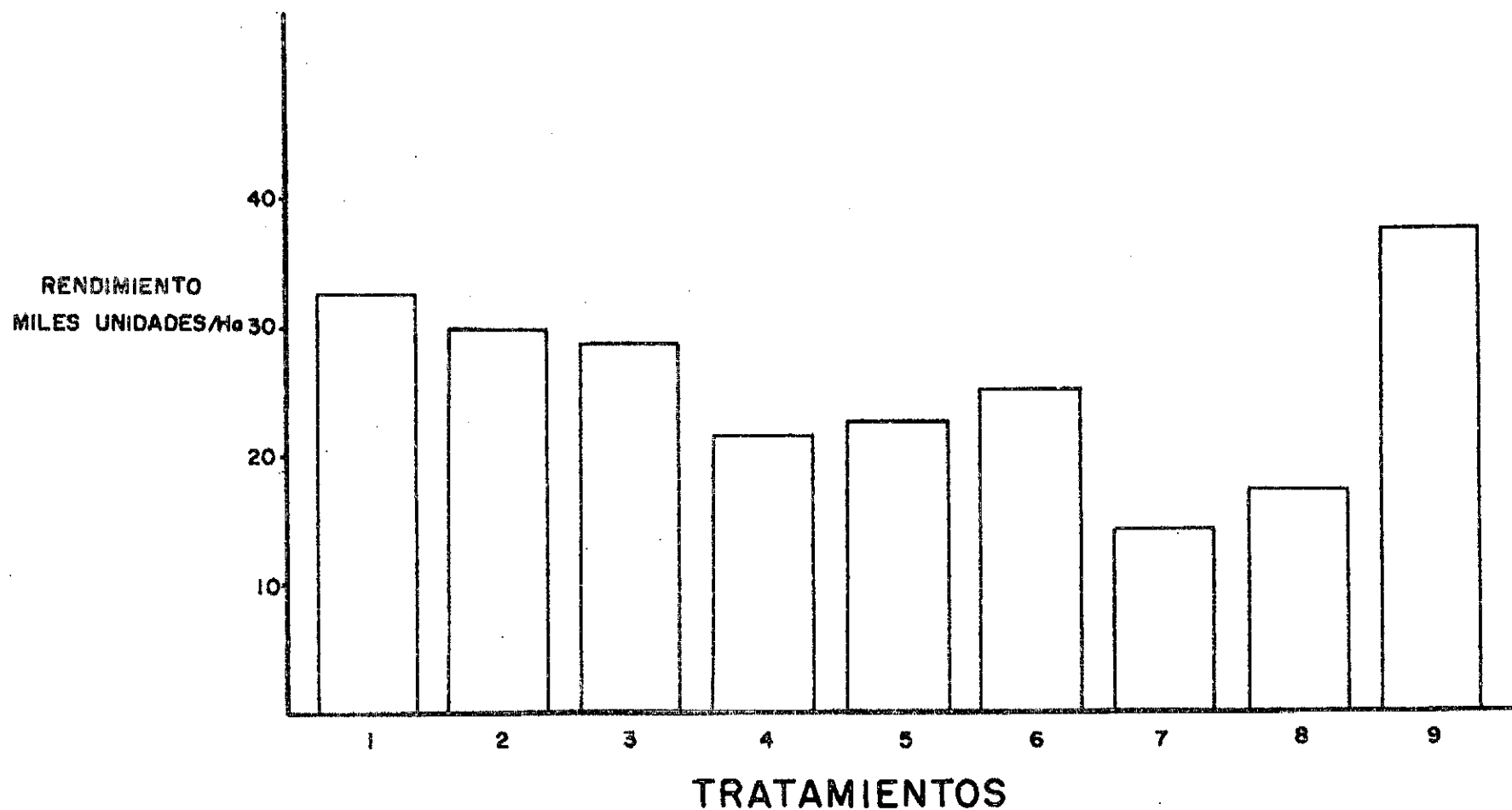
RENDIMIENTO DE ELOTILLOS EN MILES DE UNIDADES/Ha. DE NUEVE
MATERIALES DE MAIZ EN LA FINCA "LOS BRILLANTES".

GRAFICA No. 1



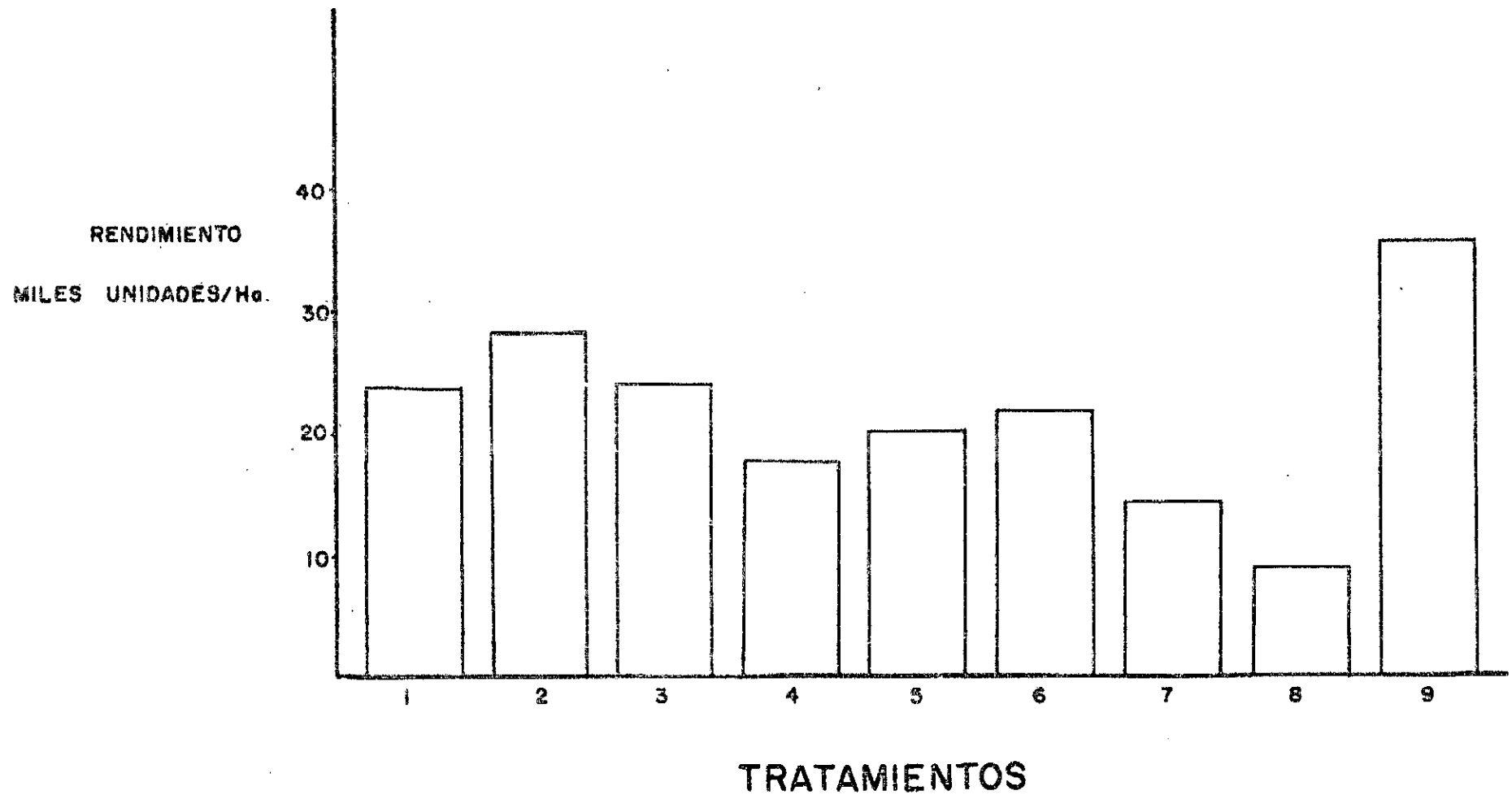
RENDIMIENTO DE ELOTILLOS EN MILES DE UNIDADES/Ha. DE NUEVE
MATERIALES DE MAIZ EN EL PARCELAMIENTO "NUEVA CONCEPCION".

GRAFICA No. 2



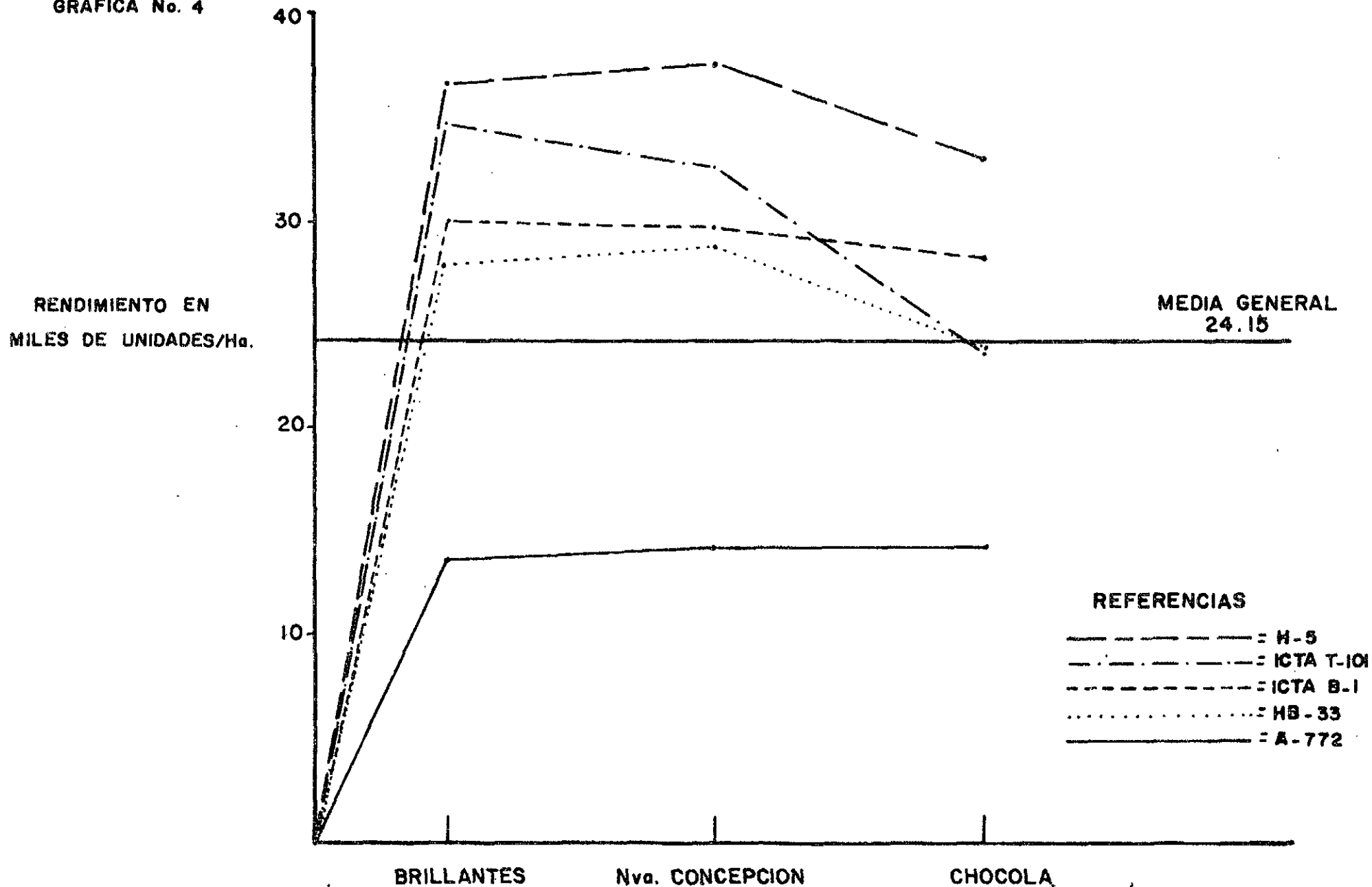
RENDIMIENTO DE ELOTILLOS EN MILES DE UNIDADES/Ha. DE NUEVE
MATERIALES DE MAIZ EN CHOCOLA.

GRAFICA No. 3.



COMPARACION DE RENDIMIENTO POR LOCALIDAD DE LOS
4 MEJORES GENOTIPOS DE MAIZ ASI COMO EL MAS BAJO.

GRAFICA No. 4



ANALISIS ECONOMICO

Dado que uno de los objetivos del presente trabajo y el más importante es el de darle una mejor alternativa de producción al agricultor, se hizo necesario hacer una comparación en términos económicos, entre la producción de maíz para grano y para elotillo (Baby Corn), para lo cual se tomaron los costos promedio así como los rendimientos promedio de localidades y genotipos.

CUADRO 9. Análisis económico comparativo y costos de producción en cultivo de maíz para grano y elotillo (Baby Corn).

	<u>Grano</u>	<u>Elotillo (Baby corn)</u>
GASTOS INDIRECTOS		
1. Arrendamiento	Q 57.00	28.00 *
2. Mecanización		
2.1 Habilitación del terreno	14.00	14.00
2.2 Aradura	28.00	28.00
2.3 Rastreo	17.00	17.00
2.4 Desgrane	12.50	--
3. Mano de obra		
3.1 Siembra	17.50	17.50
3.2 Aplicación herbicidas	5.75	5.75
3.3 Aplicación insecticidas	11.50	11.50
3.4 Aplicación fertilizantes	11.50	11.50
3.5 Doble	17.15	--
3.6 Tapizca	37.50	--
3.7 Corte	--	40.00
4. Insumos		
4.1 Semilla	10.64	15.20
4.2 Herbicidas	17.00	17.00
4.3 Insecticidas	12.00	6.00
4.4 Fertilizantes	<u>25.50</u>	<u>25.50</u>
TOTAL GASTOS DIRECTOS	Q 283.04	236.95

GASTOS INDIRECTOS

1.	Administración e intereses 10%	<u>28.30</u>	<u>23.70</u>
	TOTAL GASTOS ..	Q <u>311.34</u>	<u>260.65</u>

INGRESO BRUTO

1.	Venta de 50 qq. a Q.11.20 c/u	560.00	--
2.	Venta de 37,000 elotillos a 0.01 c/u	--	370.00
3.	Venta o utilización de 71 toneladas de forraje a Q.3.54 c/u	--	251.34
	INGRESO BRUTO	560.00	621.00
	INGRESO NETO	248.66	360.35
	RENTABILIDAD %	79.87	138.25

* Este costo varía en virtud que se está utilizando el terreno sólo el 50% del tiempo utilizado para producción de grano.

IV.4 Discusión de Resultados

- De acuerdo con los resultados obtenidos en el experimento y según la prueba de Tukey para localidades (cuadro 8), no hubo diferencia significativa entre el promedio de rendimiento general de todos los genotipos de las localidades; Nueva Concepción, 25,555 Unidades/Ha. y Los Brillantes, 25,410 Unidades/Ha., en cambio sí la hubo para la localidad Chocolá, 21,555 Unidades/Ha.
- En la prueba de Tukey - tratamientos (cuadro 7) se observa que los mejores genotipos en las tres localidades fueron el H-5 con un rendimiento de 36,630 U/Ha. El ICTA T-101 con 30,310 U/Ha.; el ICTA B1 con 29,310 U/Ha.; y el HB-33 con 26,870 U/Ha. (cuadro 7)
- Se pudo determinar que el material H-5 aunque con un rendimiento superior en un 34% sobre la media general y un 17.25% superior al ICTA T-101 (gráfica 4), el segundo lugar en rendimiento, presenta el inconveniente de tener la mazorca en una posición demasiado alta, 1.48 mts., lo cual ocasiona además de problemas de acame (18.2%), dificultad para la cosecha, ya que puede pasar desapercibida la pequeña mazorca en el momento del corte, esta característica representaría pérdidas de consideración en el rendimiento en una plantación comercial.

- El material ICTA-B1 siendo el tercero en rendimiento, 29,310 U/Ha., 20% sobre la media general, presenta también el inconveniente de que los elotillos tienen una formación y apariencia que aunque permiten su industrialización, no son los más deseables en calidad, ya que los granos incipientes se muestran ligeramente mal formados y presentan una coloración demasiado pálida.
 - El material HB-33, cuarto lugar en rendimiento con 26,870 U/Ha. y 10.0% más alto que la media general, compensa el mismo con su alta calidad, apariencia y color, así como su altura de mazorca, 1.15 mts., que facilita la cosecha y minimiza las pérdidas por omisión de plantas cosechadas. (gráfica 4)
 - Según el análisis económico comparativo entre producción de maíz para grano y para elotillo, que se realizó en este trabajo (cuadro 9), se puede observar que: independientemente del aprovechamiento más eficiente del terreno (más cosechas por año), se demostró una mayor rentabilidad en el cultivo del elotillo, 138.25%, que en el cultivo de maíz para grano, 79.87%, lo que nos da suficiente evidencia para recomendar el cultivo de elotillo como una buena alternativa de producción.
- No obstante lo anterior, es oportuno anotar que en este

cultivo se debe hacer un análisis oferta y demanda previo, así como una buena preparación en cuanto al manejo agronómico del mismo.

- En el cultivo del elotillo, además de obtener este principal producto, es posible obtener forraje de maíz en su punto óptimo de utilización para alimentación de ganado, que constituye un sub-producto que puede incrementar la rentabilidad del cultivo, produciéndose hasta 71 toneladas métricas por hectárea, lo que viene a incrementar nuestro ingreso bruto en Q.251.34, tomando como valor del forraje el costo de producción del mismo.
- En términos generales, a través del trabajo de campo de esta investigación, se determinó que una de las mayores dificultades que presenta la producción de elotillo es la cosecha en el momento oportuno, de la cual depende, en gran parte, el rendimiento. Esta se logra únicamente con la experiencia y sobre todo, con la buena vista y tacto que se desarrollan con la misma, que son los únicos indicadores de cuando el elotillo está o no de punto para el corte, de acuerdo a los requisitos de calidad establecidos; otro indicador que nos ayuda es el conocimiento del comportamiento de la variedad o híbrido que estamos cultivando, el cual se conocerá con relativa exactitud luego de la experiencia de un ciclo de cultivo completado.

La gráfica 4 que compara el rendimiento de los cuatro mejores materiales, el de más bajo y el promedio general; indica que es posible cultivar cualesquiera de los materiales que superan la media general obtenida en este estudio (24,150 unidades de elotillo), para la producción de elotillo, con lo cual se logra el objetivo planteado:

"Encontrar mediante el método científico, el mejor o mejores Genotipos de maíz para producción de elotillo (Baby Corn), dándole así una alternativa de producción más rentable al pequeño productor sin cambiar el tipo de cultivo a que está acostumbrado".

Además se determina que sí existen materiales de maíz para grano, que pueden ser utilizados en la producción de elotillo, con buen rendimiento y calidad mediante una cosecha prematura según lo plantea la hipótesis de este estudio:

"Los Genotipos de maíz evaluados en Guatemala para producción de grano pueden ser utilizados, mediante una cosecha prematura, con buen rendimiento y calidad para producción de elotillo (Baby corn).".

V. CONCLUSIONES

1. Los materiales de maíz H-5, ICTA T-101, ICTA B-1, y HB-33 presentaron buen rendimiento en la producción de elotillo, pero ICTA T-101 y HB-33 son los que presentan las mejores características de calidad para la obtención de elotillo.
2. El cultivo de maíz para la producción de elotillo es una buena alternativa de producción para los agricultores; la rentabilidad se aumenta en 50.38% en relación con la producción de grano.
3. La producción de elotillo con los materiales evaluados es posible obtenerse a los 50 días después de la siembra, con el aprovechamiento adicional de forraje para el ganado.
4. La mayor dificultad para la producción de elotillo la constituye la determinación del momento oportuno para la cosecha.

VI. RECOMENDACIONES

1. En el cultivo del maíz para la obtención de elotillo, es recomendable utilizar los materiales HB-33 y el ICTA T-101 que presentan buena calidad y rendimiento.
2. Es recomendable planificar el cultivo del maíz para la producción de elotillo, el mayor número de veces que sea posible durante el año y aprovechar el sub-producto para forraje.
3. Es recomendable hacer inspecciones diarias de campo a partir de los 40 días después de siembra, para determinar el momento oportuno del corte y hacer los subsiguientes, 24 horas entre cada uno.
4. Es recomendable que previo a la siembra de maíz para elotillo se efectúen los contactos necesarios con las empresas envasadoras que captarían el producto.
5. Es recomendable realizar nuevos estudios para determinar: las adecuadas distancias de siembra, el tiempo de corte oportuno para cada material, y el número de cortes económicos en la producción de elotillo en cada ciclo de cultivo.

VII. RESUMEN

En Guatemala un alto porcentaje de la población rural, específicamente los pequeños y medianos agricultores, se dedican al cultivo del maíz como principal producto de su economía familiar; en busca de otras alternativas de producción en relación a este cultivo, se efectuó este estudio tendiente a aumentar la rentabilidad y maximizar el uso del recurso tierra.

Como resultado se obtuvo una alternativa de producción más rentable que el cultivo tradicional de maíz para grano; esto es la producción de elotillo (Baby corn), mediante la cosecha prematura de la mazorca de maíz. En la costa sur, abajo de 1,000 m s n m, se puede cosechar a los 45 días después de la emergencia de las plantas y aumentar el número de ciclos de cultivo al año, dependiendo de la disponibilidad de agua y la capacidad que se tenga de disminuir el período entre la cosecha de un ciclo y la siembra del siguiente.

Los resultados también demuestran que es posible utilizar más de una variedad o híbrido de maíz comercial para producir elotillo, y los mejores en rendimiento para tal fin son el H-5, el ICTA T-101, el ICTA B-1, y el HB-33, de los cuales, por características de calidad independientes del rendimiento, se recomiendan como los mejores, el HB-33 y el ICTA T-101.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ASGROW KALAMASU. (Michigan) Vegetable Grow's Seed Guide. Michigan, USA, 1980. 70 p.
2. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Desarrollo de la planta de maíz, Cali, Colombia, 1978. 2 p.
3. GIRON AZURDIA, L.F. Determinación de dosis óptimas de 3 fertilizantes nitrogenados con dos niveles de P_2O_5 en siembras húmedas en el cultivo del maíz (Zea mayz. L) en el parcelamiento Nueva Concepción, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1980. 36 p.
4. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. Cultivo del maíz. Departamento de Divulgación Agrícola. S.F. 38 p.
5. _____ . INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. Maíces de Guatemala para el trópico. Guatemala, 1979. 10 p.
6. _____ . Maíces de Guatemala para el trópico. Guatemala 1981. 24 p.
7. _____ . Memoria Anual Enero-Diciembre de 1979. Guatemala, 1979. 75 p.
8. _____ . INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Atlas nacional de Guatemala. Guatemala, 1972. 82 p.
9. _____ . Diccionario geográfico. Guatemala, 1973. V. 1 pp. 236 a 239.
10. LITTLE, T.M. & HILLS F.J. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México/Buenos Aires, Trillas, 1976. 270 p.
11. MORALES ESCALANTE, S. Proyecto de producción de maíz para Baby Corn. Guatemala. 1981. 10 p. (inédito)
12. SIMMONS, Ch. S. TARANO, J.M. & PINTO J.H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala, José de Pineda Ibarra, 1959. pp. 376 a 400.



Olga Ramirez S
Licda. Olga M. Ramirez C.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA
Ciudad Universitaria, Zona 12.
Aparato Postal No. 1268
GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

"IMPRIMASE"



[Handwritten Signature]
DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.
D E C A N O