

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
UNA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA  
FAGRO**

**ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL  
E. P. V.**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**EVALUACION DE 4 TIPOS DE BIOFERTILIZANTES (EM BOKASHI)  
SOBRE EL CRECIMIENTO, DESARROLLO Y RENDIMIENTO  
EN EL CULTIVO DE MAIZ (*Zea mays* L.)**

**AUTORES:**

*Br. Jorge Luis Rodríguez Lacayo.  
Br. José Antonio Solís Tremínio.*

**ASESORES:**

*Ing. Agr. M.P. José Dolores Cisma.  
Ing. Agr. M.P. Carlos Henry Luisiuga Caballero.*

**MANAGUA, NICARAGUA**

**1997**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ESCUELA DE PRODUCCIÓN VEGETAL**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**EVALUACION DE 4 TIPOS DE BIOFERTILIZANTES (EM BOKASHI)  
SOBRE EL CRECIMIENTO, DESARROLLO Y RENDIMIENTO  
EN EL CULTIVO DE MAIZ (*Zea mays* L.)**

**AUTORES:**

Br. Jorge Luis Rodríguez Lacayo  
Br. José Antonio Solís Treminio

**ASESORES:**

Ing. Agr. MSc. José Dolores Cisne  
Ing. Agr. MSc. Carlos Henry Loáisiga Caballero

**MANAGUA, NICARAGUA**

**1997**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ESCUELA DE PRODUCCIÓN VEGETAL**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**EVALUACIÓN DE 4 TIPOS DE BIOFERTILIZANTES (EM BOKASHI)  
SOBRE EL CRECIMIENTO, DESARROLLO Y RENDIMIENTO  
EN EL CULTIVO DE MAIZ (*Zea mays L.*)**

**AUTORES:**

**Br. Jorge Luis Rodríguez Lacayo  
Br. José Antonio Solís Treminio**

**ASESORES:**

**Ing. Agr. MSc. José Dolores Cisne  
Ing. Agr. MSc. Carlos Henry Loáisiga Caballero**

**Presentado a la consideración del Honorable Tribunal Examinador como requisito parcial para optar al grado de Ingeniero Agrónomo. Con orientación en Producción Vegetal.**

**MANAGUA, NICARAGUA**

**1997**

## DEDICATORIA

Al concluir el presente trabajo experimental, quiero dedicarlo muy especialmente:

En primer lugar a Dios, por haberme dado sabiduría y perseverancia, porque "a todo puedo hacerle frente, pues Cristo es quien me sostiene" (filipenses 4:13).

A mi padre, Manuel Rodríguez, por haberme apoyado durante todos estos años; aun en los momentos más difíciles, y porque siempre confió en mí.

A mi madre Nubia Lacayo, por tenerme presente día a día en sus oraciones, gracias a ellas hoy puedo ver coronado mi sueño de ser un profesional.

A mi esposa Claudia López, por su cariño y apoyo.

A mi hijo Jorge Luis, por motivarme a seguir adelante.

A mis hermanos William, Indiana, Amanda, Lucía, Rolando, Manuel (q.e.p.d.), Marta y Oscar.

A mi cuñado Edner Bellanger por sus consejos y su ejemplo, que me han alentado a ser cada día mejor.

A todos mis sobrinos y sobrinas.

A todos los que de alguna manera me apoyaron y creyeron en mí.

Jorge Luis Rodríguez L.

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo de Diploma a nuestro Padre Celestial, Dios Todo Poderoso quien me ha llenado de Sabiduría y me ha guiado hacia la Luz de la Enseñanza, iluminando mis pasos.

A mis padres María Domitila Treminio y José Enrique Solís, quienes siempre han deseado mi superación profesional y quienes en todo momento han sido mi constante motivación para seguir adelante.

A mi esposa Mahela quien me ayudó en los momentos más difíciles y me apoyó cuando más la necesité.

A mis hermanos María, Wilfredo y Rodolfo a quienes espero que tomen este ejemplo y lleguen a profesionalizarse.

A todas aquellas personas que a lo largo de mis estudios me dieron su apoyo y a los maestros que me entregaron lo mejor de su enseñanza.

José Antonio Solís Treminio

## AGRADECIMIENTO

Para poder realizar el presente trabajo experimental necesitamos del apoyo, de la ayuda y el consejo de muchas personas, sin las cuales no hubiera sido posible concluirlo con éxito, por lo que deseamos exteriorizar nuestro más profundo agradecimiento a:

El Sr. Teruo Higa, al Sr. Glenn S. Kozawa y a la Srita. Mónica Durand y a todos los miembros de la empresa EM Technologies, INC.

El Ing Agr. MSc. José Dolores Cisne por su valiosa ayuda en el procesamiento de los datos del experimento y asesoría brindada desde el inicio hasta el final de nuestro trabajo.

El Ing. Agr. MSc. Carlos Henry Loaisiga Caballero, por la dedicación brindada en la revisión, conducción y sugerencias para la realización de este trabajo y también por proporcionarnos material bibliográfico.

El Ing. Agr. Reynaldo Laguna Miranda, por confiar en nosotros al ofrecernos el presente trabajo experimental.

El programa Recursos Genéticos Nicaragüenses, por brindarnos espacio para establecer nuestro ensayo y por el apoyo recibido con los materiales y herramientas utilizadas.

La Sra. Tania Pérez Cano y al Sr. Rolando Rodríguez, por su colaboración al facilitarnos la computadora para la elaboración del texto.

Amigos y compañeros que de alguna u otra forma nos brindaron su ayuda en la realización de nuestro trabajo.

Jorge Luis Rodríguez L  
José Antonio Solís T.

## INDICE GENERAL

SECCION	PAGINA
Indice de tablas	i
Resumen	ii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y METODOS	6
2.1 Localización del ensayo	6
2.2 Tipo de suelo	8
2.3 Descripción del trabajo experimental	9
2.4 Manejo agronómico	10
2.5 Variables evaluadas	11
2.6 Análisis estadístico	11
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
3.1 Influencia del biofertilizante EM Bokashi sobre las variables de crecimiento y desarrollo	12
3.1.1 Altura de planta	12
3.1.2 Diámetro del tallo	13
3.1.3 Area de la lámina foliar	14
3.1.4 Altura del nudo de la mazorca superior	15
3.1.5 Longitud del eje central de la flor masculina	15
3.1.6 Número de ramas secundarias	16
3.2 Influencia del biofertilizante EM Bokashi sobre las variables del rendimiento	18
3.2.1 Número de bracteas	18
3.2.2 Peso de la mazorca	19
3.2.3 Longitud de la mazorca	20
3.2.4 Peso del raquis	21
3.2.5 Diámetro de la mazorca	22
3.2.6 Número de granos en 100 gramos	23
3.2.7 Rendimiento	23
3.3 Análisis económico	25
3.4 Correlaciones fenotípicas	29
IV. CONCLUSIONES	33
V. RECOMENDACIONES	34
VI. BIBLIOGRAFIA	35
VII. ANEXOS	39

## INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLA No.	PAGINA
1. Ubicación y ecología del lugar del experimento	6
2. Propiedades químicas de los suelos del experimento, programa REGEN 1997	8
3. Análisis microbiológico de los suelos del REGEN, Managua 1997	8
4. Descripción de la composición de los seis tratamientos Utilizados en el experimento	9
5. Proporciones utilizadas en la elaboración de las diferentes Mezclas de EM Bokashi	9
6. Variables del crecimiento, desarrollo y rendimiento estimadas en el ensayo	11
7. Efecto del biofertilizante EM Bokashi sobre las variables de Crecimiento y desarrollo	17
8. Efecto del biofertilizante EM Bokashi sobre las variables del Rendimiento	25
9. Estimación económica, evaluando los 4 tipos de biofertilizante EM Bokashi en comparación con la fertilización química y el Testigo absoluto, REGEN, Managua, 1997	28
10. Presupuesto parcial del tratamiento No.4 en comparación con el Testigo relativo (Tratamiento N° 5)	29
11. Análisis de correlación de Pearson	32

### FIGURA N°

1. Comportamiento de la precipitación y la temperatura registradas entre octubre de 1996 a marzo de 1997 en el REGEN (INETER, 1997).	7
--	---

## RESUMEN

El presente trabajo experimental se estableció en terrenos del Programa de Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN), adscrito a la Universidad Nacional Agraria, ubicada en Managua, kilómetro 12 y medio de la carretera Norte, durante los meses de Noviembre de 1996 a Febrero de 1997. Con la finalidad de evaluar el comportamiento del cultivo del maíz (Zea mays L.) variedad NB-6 con diferentes tratamientos del abono orgánico EM Bokashi en comparación con el fertilizante completo 12-24-12 y urea al 46% utilizando un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones. Se valoraron ciertos parámetros tanto en el crecimiento y desarrollo de la planta como en los rendimientos obtenidos. Entre algunas variables evaluadas tenemos la altura de planta, diámetro del tallo, área de la lámina foliar, peso de la mazorca, longitud de la mazorca y rendimiento, entre otras. Los resultados reflejan que el biofertilizante EM Bokashi influyó significativamente en el crecimiento y desarrollo del cultivo, obteniéndose el rendimiento mas alto con el tratamiento No.4; compuesto de cascarilla de arroz, gallinaza, estiércol de vaca y EM, cuyo rendimiento fue de 2,101.6 Kg / ha, mientras que con la fertilización química se obtuvieron 2,057.0 Kg / ha. Así mismo al realizar un análisis económico se pudo comprobar que con el tratamiento No.4 se obtuvo el mayor beneficio neto con 2,410.78 C\$/ha con una rentabilidad de 77% y con el tratamiento No.5 o testigo relativo el cual consistió del completo 12-24-12 y urea al 46% se obtuvieron 2,073.0 C\$/ha, con una rentabilidad de 62%. Además se puede afirmar que con el uso del biofertilizante EM Bokashi se reducen los costos de producción, se mejoran los productos agrícolas y se mantienen los niveles productivos del suelo, además se optimiza la tierra y los cultivos, es decir se pueden lograr mayores beneficios.

## I. INTRODUCCIÓN

Durante milenios en Mesoamerica la historia del maíz (Zea mays L.) y de la cultura humana han estado insolublemente ligadas. El maíz es más que una planta doméstica, una creación que no puede reproducirse sin la intervención del hombre. En forma complementaria es el maíz el que ha transformado al hombre mesoamericano y hecho posible la civilización en la región. Hoy en día es todavía indiscutiblemente el cultivo alimenticio más importante en Centro América ( Andrews y Quezada, 1989).

El maíz ocupa la tercera posición a nivel mundial entre los cereales más cultivados después del trigo y el arroz, ya que se encuentran en más países que cualquier otro cultivo y ha producido el más alto rendimiento por unidad de área.

Según estimaciones del mes de Mayo de USDA (1996), producción de maíz durante el ciclo 96/97 se ubica en 588.79 millones de TM, superando significativamente al ciclo anterior en 14.1 %.

Latinoamérica en el ciclo 96/97 podría contribuir en este incremento de producción con 80 millones de TM, presentando el 14 por ciento del total mundial.

En el consumo mundial en el ciclo 96/97 se estiman 570 millones de TM, superándose un 5 por ciento con relación al período anterior, destacándose que únicamente el 7 por ciento se utilizaría en forraje.

En Nicaragua el maíz representa una importante fuente alimenticia para la población y es junto con el frijol (Phaseolus vulgaris L.) la dieta básica para la población nicaragüense.

Contrario a las tendencias mundiales, la producción nacional de maíz blanco, según cifras estimadas del Ministerio de Agricultura y Ganadería, durante el ciclo 96/97, alcanzó 323,522 TM, significando una reducción del 2.21 por ciento en relación con el periodo 95/96. En los primeros tres meses del año 97 se realizaron exportaciones de 4,750.51 TM. Situación que pueden aprovechar los productores para incrementar su siembra y aprovechar los mercados locales. (Ministerio de Economía y Desarrollo, 1997).

Nicaragua cuenta con un potencial de tierras localizadas a lo largo y ancho del país aptas para la producción de este cultivo, que le permite no solo abastecer sus necesidades, si no que podría disponer de sobrantes para la exportación. Aunque en Nicaragua se aumentan las áreas a cosechar los rendimientos promedio no son satisfactorios. Para el ciclo agrícola 1995-1996 se sembraron en Nicaragua 225,352.1 hectáreas de maíz con un rendimiento promedio de 1,290.9 Kg/ha, concentrándose la mayor parte de la producción en manos de pequeños y medianos productores (MAG, 1995)

El maíz es una planta que crece bien en suelos neutros o ligeramente ácidos, bien drenados, profundos, planos y de textura franca a franca arcillosa. Sin embargo, es posible obtener rendimientos satisfactorios en una gran variedad de suelos que se alejan de las condiciones anotadas.

Es conocido que para la obtención de cosechas económicas; cuando no existen otras limitantes en la producción, se hace necesario la aplicación de fertilizantes inorgánicos de forma planificada por la extracción del cultivo mismo que puede contribuir al empobrecimiento del suelo si los nutrientes extraídos no son remplazados (Arzola et al, 1981).

Hasta el presente la información que existe sobre fertilización en maíz es escasa y no concluyente y las recomendaciones de fertilización de este cultivo generalmente se hacen basándose en experiencias particulares del técnico y/o basándose en los requerimientos de nutrientes del cultivo sin tomar en cuenta el contenido y disponibilidad de los nutrientes del suelo.

Debido a esta gran limitante que presenta el uso de fertilizantes inorgánicos, sin mencionar los altos costos que estos representan a los pequeños y medianos productores; es necesario el uso de técnicas y conocimientos que permitan reducir los costos de producción, mejorar los productos agrícolas y mantener los niveles productivos del suelo.

Por tal razón es necesario plantear nuevas alternativas que logren incrementar tanto los rendimientos como los niveles de producción haciendo uso de productos naturales tales como residuos de cosecha, estiércol de ganado, gallinaza, aserrín, desperdicios de cocina, etc. Los cuales están disponibles para el agricultor y con el auxilio de microorganismos benéficos que al mezclarse con los residuos antes mencionados y al ser incorporados al suelo toman la función de abono, mejorando la calidad del suelo y por consiguiente el rendimiento de los cultivos.

Hoy en día se considera a la agricultura alternativa como una ciencia muy amplia, la cual imita las leyes y principios de los ecosistemas naturales y de los procesos productivos, junto con el hombre como una parte integral del medio ambiente y como protagonista. Por esto el agricultor es muy importante y por lo cual debe recibir más atención de parte de aquellos que proveen de asistencia técnica y que son responsables de la investigación y los programas de educación sobre agricultura orgánica o natural, agricultura alternativa, agroecológica y agricultura sostenible.

La experiencia ha demostrado que la transición de la agricultura convencional a la agricultura orgánica conlleva ciertos riesgos como rendimientos bajos, incremento del ataque de plagas y enfermedades. Pero una vez superado el periodo transicional, el cual puede ser de varios años, los productores encontrarán que sus sistemas de producción serán más estables, más productivos y libres de pesticidas y otras sustancias nocivas ( Higa y Parr, 1995).

Entre algunas alternativas de uso no convencional que esta tomando auge, se encuentra la línea de investigación denominada Kyusei Bokashi (EM), el mismo fue desarrollado por la Universidad de Ryukyus Okinawa, Japón. El EM es una compleja inoculación microbiana a varios tipos de materiales orgánicos (residuos de cosecha, estiércol de ganado, etc.). "Kyusei" es una palabra japonesa que significa "salvando la tierra". EM se refiere a los microorganismos efectivos los cuales pueden ser usados como inoculantes para incrementar la diversidad biológica del suelo, aguas y plantas, descontaminar el suelo, estimular el crecimiento sano y vigoroso de los cultivos y mejorar los rendimientos.

El "EM" esta constituido por especies de microorganismos seleccionados con un predominio de ácidos lácticos, bacterias y levaduras y una pequeña cantidad de otros organismos incluyendo bacterias fotosintéticas y actinomicetes. Todos son compatibles mutuamente y coexisten en el cultivo. "Bokashi" es equivalente a compost pero este es preparado por la fermentación entre la materia orgánica con EM ( Higa, 1991).

El método de agricultura natural Kyusei pretende evitar el uso de fertilizantes químicos y de pesticidas, también busca maximizar el uso de recursos de la finca y minimizar el uso de insumos para reducir los costos de producción. Así como producir alimentos nutritivos saludables y sin residuos tóxicos y procura revitalizar la agricultura en las áreas rurales donde se ha degradado la productividad del suelo a través del mal trato y descuido de los recursos y el mal uso de este, la

palabra Kyusei se ha ganado la atención de mucha gente como un nuevo y potencial método de agricultura sostenible.

El presente trabajo puede marcar el inicio de una nueva alternativa económicamente viable y accesible a los pequeños productores; no-solo de maíz, también a productores de otros cultivos que son importantes para la economía del país. Es por esta razón que en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

**Objetivo general:**

**Estudiar el efecto del biofertilizante EM Bokashi en el cultivo del maíz.**

**Objetivos específicos:**

- **Evaluar el crecimiento y desarrollo del cultivo del maíz, haciendo uso del biofertilizante EM Bokashi.**
- **Determinar cual de los biofertilizantes EM Bokashi evaluados es más efectivo.**
- **Analizar desde el punto de vista económico y agronómico cual de las alternativas es más beneficiosa para los productores de granos básicos.**

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Localización del ensayo

El ensayo se realizó en la época de riego entre los meses de Noviembre de 1996 a Febrero de 1997, se llevó a efecto en terrenos del Programa de Recursos Genéticos Nicaragüenses, adscrito a la Universidad Nacional Agraria (UNA), Kilómetro doce y medio carretera Norte, Managua.

El área utilizada fue de 1,062.72 m<sup>2</sup>. La ubicación geográfica y condiciones climáticas durante 1996 se presentan en la tabla No.1 y figura No.1

**Tabla No.1 ubicación y ecología del lugar del experimento**

Latitud Norte	12° 08'
Longitud Oeste	86° 10'
Altura (m.s.n.m.)	56
Temperatura media anual (C°)	26.78
Precipitación anual promedio (mm)	1,608
Humedad relativa %	75

Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER, 1997).

## 2.2 Tipo de suelo

Los tipos de suelo son pertenecientes a la serie la calera (CLA), se han derivado de sedimentos lacustres y aluviales de suelos pobremente drenados, superficiales, calcareos que contienen sales y son altos en sodios intercambiables, la textura es franco arenoso.

**Tabla No.2 Propiedades químicas de los suelos del experimento, Programa REGEN, 1997.**

pH	P	K	Mg	Ca	MO	N	Arcilla	Limo	Arena
H <sub>2</sub> O	Ppm	Meq/100			%	%	%	%	%
7.9	1.5	1.8	0.3	18	4.0	0.16	12.5	27.5	60

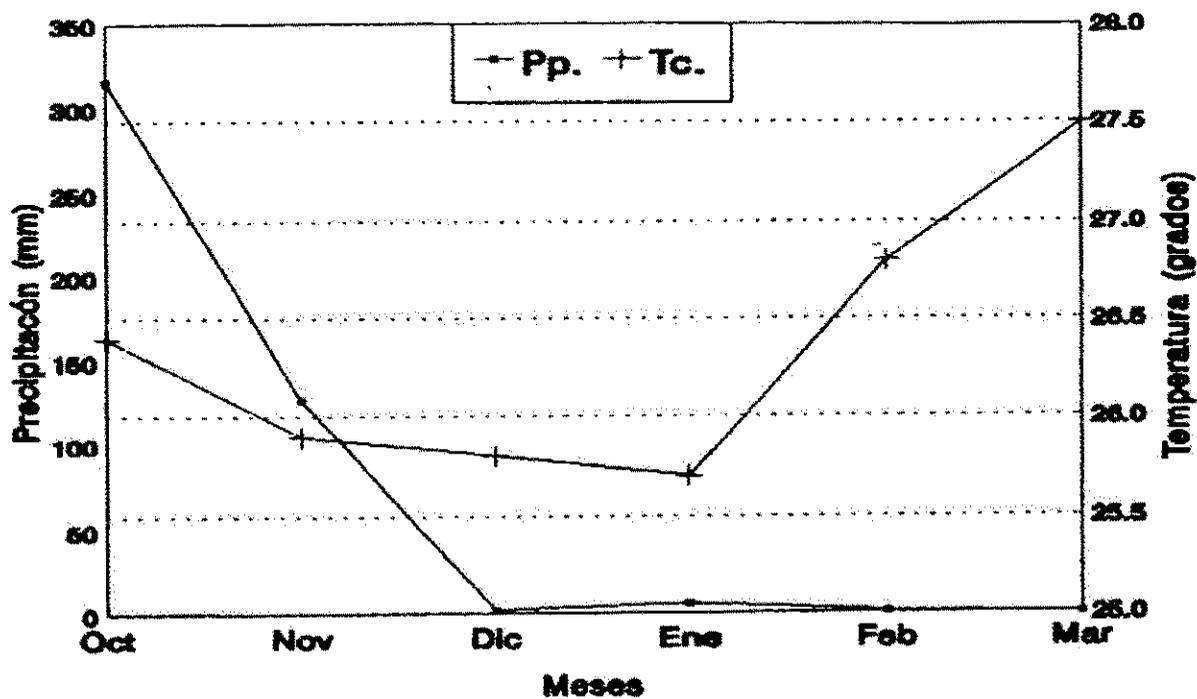
Fuente: Laboratorio de suelos y agua. UNA, 1996.

Igualmente se presenta el análisis microbiológico de los suelos del REGEN (UNA), Managua. Expresados en número de unidades formadoras de colonias (ufc) por gramo de suelo encontradas a los cinco días de incubación, a temperatura 25°C.

**Tabla No.3 Análisis microbiológico de los suelos del REGEN. Managua, 1997.**

M.O.S.	No. de colonias por dilución.				No. de m.o.s. por gramos de suelo.
	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	
Hongos	14(PDA)	(PDA)	NC(AN)	4(AN)	101,001,400 ufc
Bacterias	28(PDA)	-	NC	4(AN)	10,012,100 ufc
Actinomycetos	-	-	NC	-	

Fuente: Laboratorio de microbiología UNA, 1996.



**Figura. No. 1** Comportamiento de la precipitación y la temperatura registradas entre Octubre de 1996 a Marzo de 1997 en el REGEN. (INETER, 1997).

### 2.3 Descripción del trabajo experimental.

Se utilizó un arreglo unifactorial en diseños de Bloque Completos al Azar (B.C.A.), con seis tratamientos y tres repeticiones.

**Tabla No.4 Descripción de la composición de los seis tratamientos utilizados en el experimento.**

Tratamiento No.1	Cascarilla de arroz + Gallinaza + Aserrin + EM
Tratamiento No.2	Cascarilla de arroz + Estiércol de vaca+ Aserrin + EM
Tratamiento No.3	Cascarilla de arroz + Pulpa de café + Aserrin + EM
Tratamiento No.4	Cascarilla de arroz + Gallinaza + Estiércol + EM
Tratamiento No.5	Testigo relativo (completo 12-24-12 y urea al 46%)
Tratamiento No.6	Testigo absoluto (sin aplicación)

La preparación de los diferentes tratamientos (mezclas) de biofertilizante EM Bokashi se llevó a cabo el 7 y 8 de Octubre de 1996. Se prepararon aproximadamente 36.36 Kg / tratamiento (80 lb), posteriormente se realizó el proceso de fermentación el que se llevó a cabo de manera anaeróbica, el cual consistió en introducir las mezclas de los diferentes tratamientos en bolsas de polietileno con capacidad de aproximadamente 18.18 Kg cada una, posteriormente se sellaron de forma hermética y se almacenaron en un lugar fuera del alcance de la luz solar por un periodo de 16 días, luego se procedió con el secado el cual se realizó en 6 días, después se almacenó para su posterior incorporación.

**Tabla No.5 Proporciones utilizadas en la elaboración de las diferentes mezclas de EM Bokashi**

Tratamiento	Cascarilla de arroz	Gallinaza	Estiércol	Aserrin	Pulpa de café
No.1	2	1	-	1	-
No.2	2	-	1	1	-
No.3	2	-	-	1	1
No.4	2	1	1	-	-

Para la preparación de la dilución de EM, se hizo uso de melaza, EM 1 y agua en la proporción 1:1:50 es decir 1 litro de melaza, 1 litro de EM y 50 litros de agua.

Las dimensiones del ensayo fueron las siguientes:

Area de la parcela experimental (PE): 6.56 m de largo x 8 m de ancho = 52.48 m<sup>2</sup>

Area de la parcela útil (PU): 4.92 m de largo x 6 m de ancho = 29.48 m<sup>2</sup>

Area total del experimento = 1,062.72 m<sup>2</sup>

#### 2.4 Manejo agronómico

La preparación del terreno se realizó bajo el sistema de labranza convencional, se inició con la limpieza del terreno, un pase de arado y dos de grada. La siembra se efectuó de forma manual colocando tres semillas por golpe con una distancia entre surco de 0.82 m y una distancia entre planta de 0.42 m, obteniéndose una densidad de 30,490 plantas / ha.

La fertilización consistió en la incorporación del biofertilizante EM Bokashi en sus respectivas parcelas azarizadas, siete días antes de la siembra a razón de 2,000 Kg / ha y la aplicación de fertilizante completo de la fórmula 12-24-12 al momento de la siembra en las respectivas parcelas del testigo relativo a razón de 130 Kg / ha, realizándose una segunda aplicación a los 30 días después de la siembra en las mismas parcelas pero esta vez con fertilizante nitrogenado (urea al 46%) a razón de 64.49 Kg / ha.

El control de malezas se realizó de forma mecánica (azadón), el cual consistió en dos controles a los 15 y 40 días después de la siembra. Se aprovecharon las últimas precipitaciones de la época lluviosa, sin embargo se aplicaron seis riegos por el método de aspersión con un intervalo de 1 a 2 riegos por semana.

Se realizó control fitosanitario durante el periodo crítico del cultivo, controlando a la chicharrita del maíz (Dalbulus maydis L.) y a la Diabrotica sp. Con

aplicaciones de EM-5 a razón de 3 cc / L de agua y aplicación de Neem (Azadirachta indica) cuyo ingrediente activo es la Azadirachtina (C35H44O16) a razón de 4 cc / L de agua estas se realizaron de forma intercalada. El EM-5 (también conocido como SUTOCHI), no es un repelente químico contra insectos, ni tampoco un tóxico, EM-5 es un producto orgánico usado para prevenir las enfermedades y plagas en los cultivos; para producir EM-5 los ingredientes varían. La siguiente es una lista de algunos ingredientes que pueden ser usados para producir este producto: agua, melaza, vinagre, alcohol (30-50 %), EM 1 y jugo de limón.

## 2.5 Variables evaluadas

**Tabla No.6 Variables del crecimiento, desarrollo y rendimiento, estimadas en el ensayo.**

Variables del crecimiento y desarrollo	Variables del rendimiento
- Altura de planta. (ALTPLA)	- Número de bracteas por mazorca. (NUBMAZ)
- Diámetro del tallo. (DIATAL)	- Peso de mazorca. (PESMAZ)
- Área de la lámina foliar. (AREFOL)	- Longitud de la mazorca. (LONMAZ)
- Altura del nudo de la mazorca superior. (ALNMZS)	- Peso del raquis. (PESRAQ)
- Longitud del eje central de la flor masc. (LECFMA)	- Diámetro de la mazorca. (DIAMAZ)
- Número de ramas secundarias (NURASE)	- Número de granos en 100 gramos. (NG100G)
	- Rendimiento. (RENDIM)

## 2.6 Análisis estadístico.

El análisis de varianza se efectuó utilizando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System), la evaluación se efectuó por medio del análisis estadístico de varianza y separación de medias de rangos múltiples según Tukey al 95 % de confiabilidad.

Al mismo tiempo a las variables antes descritas se les determinó el coeficiente de correlación de Pearson.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para optimizar la producción y proteger los cultivos está la idea de controlar la microflora del suelo mediante la inoculación de microorganismos permitiendo crear un suelo más favorable que permita optimizar la producción agrícola. En el presente trabajo se obtuvieron resultados muy promisorios en las variables que se detallan a continuación.

#### 3.1 Influencia del biofertilizante EM Bokashi sobre las variables de crecimiento y desarrollo.

##### 3.1.1 Altura de planta (ALTPLA)

La altura de planta es un parámetro importante, ya que es un indicativo de la velocidad de crecimiento, está determinado por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis, los que a su vez son transferidos a la mazorca durante el llenado de grano. Además, está fuertemente influenciada por condiciones ambientales, como: temperatura, humedad, calidad de luz (Cuadra, 1988).

En los cultivos el carácter altura de planta, es de gran importancia agronómica y tiene influencia en el rendimiento. En el cultivo del maíz, la altura de planta es de gran importancia debido a la alta variación en el grado de competencia que ejercen las malezas sobre el cultivo, en dependencia de la etapa de crecimiento, desarrollo y cobertura en que se encuentre (Andrade, 1996).

Tal y como se observa en la tabla No.7, el tratamiento No.5 presentó la mayor altura de planta con 173.70 cm, un 5% por encima del tratamiento No.4 el cual obtuvo un valor de 165.16 cm, presentando este último la mayor altura de planta en comparación con los demás tratamientos donde se aplicó el biofertilizante EM Bokashi. Es decir que el fertilizante completo 12-24-12 y la urea a 46% tuvieron mejor efecto sobre la altura de la planta que el fertilizante orgánico. Sin embargo,

estadísticamente no hubieron diferencias significativas entre ellos, tal y como lo demuestra la Tabla del ANDEVA del Anexo II.

El tratamiento que presentó la menor altura fue el No.2 con 146.4 cm, en cambio el testigo absoluto o tratamiento No.6 obtuvo una altura de 158.0 cm, presentando una altura mayor a la de los tratamientos No.2 y No.1 este último con 149.70 cm, o sea que a pesar que el tratamiento No.6 no recibió ningún tipo de fertilización, las plantas lograron una mejor altura que los tratamientos No.2 y No.1 que recibieron fertilización orgánica.

### 3.1.2 Diámetro del tallo ( DIATAL)

El diámetro del tallo es una característica de suma importancia en el cultivo del maíz, la cual se puede ver afectada por las altas densidades de siembra y la competencia por luz, lo que provoca una elongación de los tallos y entrenudos más largos, plantas más altas y reducción del grosor de los tallos favoreciendo al acame de las plantas (Alvarado y Centeno, 1994).

El análisis de varianza y la separación de medias no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, pero si hubo diferencias entre los bloques del experimento (Anexo II).

El tratamiento No.5 presentó de nuevo el valor mas alto con una media de 2.26 cm, un 19 % por encima del tratamiento No.2 el cual presentó el valor mas bajo, pudiendo observarse que con la fertilización química se obtuvo el mejor resultado en cuanto al diámetro del tallo, así mismo se puede observar que al no aplicar ningún tipo de abono, como fue el caso del tratamiento No.6 las plantas respondieron con un diámetro del tallo reducido. Refiriéndonos a los tratamientos donde se aplicó el biofertilizante EM Bokashi, el tratamiento No.1 obtuvo la mayor media, y la segunda entre todos los tratamientos evaluados con un diámetro de tallo de 2.12 cm, un 8 % por debajo del tratamiento No.5 pero 5 % arriba del testigo

absoluto o tratamiento No.6. En el cuadro No.7 pueden observarse los valores que obtuvieron los demás tratamientos evaluados.

### 3.1.3 Área de la lámina foliar (AREFOL)

Un fotoperiodo de día corto influye en el número de días a floración y en el número de hojas. Directamente la sensibilidad al fotoperiodo inicia después de una intensa fase juvenil y termina con la iniciación de la antesis. Las diferencias en la maduración y la sensibilidad del fotoperiodo entre variedades de maíz han tenido como resultado una compleja relación entre fotoperiodo y número de hojas (Kiniry *et al*; 1983. Citado por Bonhome *et al*; 1991).

Generalmente se piensa que una mayor área foliar contribuye a un aumento del rendimiento al incrementar los niveles de fotosíntesis, el CIMMYT (1982) y Marini *et al*; (1993), no concuerdan con esta hipótesis ya que la gran altura de la planta y la abundancia de sus hojas y por ende un área foliar exuberante han sido problemas históricos del maíz tropical por que presenta una relación grano resto de la planta relativamente baja (Maya, 1995).

Los datos recolectados, no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos ni entre los bloques al realizarse el análisis estadístico correspondiente (Anexo II), presentándose si, mayor área foliar el tratamiento No.3 con 576.7 cm<sup>2</sup>, un 2.3 % por encima del tratamiento No.5 el que obtuvo una media de 563.3 cm<sup>2</sup>, es decir que el abono compuesto por cascarilla de arroz, pulpa de café, aserrín y EM tuvo mejor influencia en el desarrollo del follaje de la planta que el fertilizante completo y la urea. El tratamiento No.6 obtuvo un área foliar de 502.4 cm<sup>2</sup>, superando al tratamiento No.1 a pesar que este último fue fertilizado con EM Bokashi y al tratamiento No.6 no se le aplicó ningún tipo de fertilización. La Tabla No.7 refleja los resultados obtenidos para los otros tratamientos.

### **3.1.4 Altura del nudo de la mazorca superior (ALNMZS)**

La altura del nudo de la mazorca superior es un factor íntimamente relacionado con los rendimientos del cultivo ( Céliz y Duarte, 1996).

Este carácter es prácticamente esencial para la cosecha mecanizada, donde las plantas deben ser lo más uniforme posible para tal propósito. Experimentos realizados mostraron como resultado que la altura media de inserción de la mazorca en la variedad NB-6 durante dos años consecutivos fue de 1.41 m.

Cabe mencionar que esta característica se ve bastante marcada en el material que es oriundo de zonas de alta radiación solar, moderadas precipitaciones y bajas alturas sobre el nivel del mar ( Loaisiga, 1990).

Al realizar el análisis de varianza y separación de medias se determinó que hubo diferencias significativas entre los tratamientos, no así en el bloqueo el cual resultó no significativo (Anexo II). La mayor altura del nudo de la mazorca superior se obtuvo con el tratamiento No.5 con 87.23 cm un 31 % por encima del tratamiento No.2 el cual obtuvo una media de 59.8 cm. No obstante, a pesar que la mayor media se obtuvo con la fertilización química, se puede observar en la tabla No.7 que el cultivo respondió satisfactoriamente a la fertilización orgánica ya que la diferencia entre el tratamiento No.5 y el tratamiento No.4 que obtuvo una media de 71.73 cm es de 18 %.

### **3.1.5 Longitud del eje central de la flor masculina (LECFMA)**

El maíz es único dentro de los cereales debido a su inflorescencia, siendo una planta monoica, produce flores masculinas y femeninas en distintos órganos de la misma planta. Las flores masculinas se encuentran en una inflorescencia terminal (panoja) y las flores femeninas en una axila lateral (espiga). El derramamiento de polen ocurre normalmente 1 o 2 días antes de la emisión de los estigmas, lo cual contribuye a que el maíz sea una especie de polinización cruzada. Esto significa

que hay tanto una separación espacial (1 metro de distancia entre espiga y panoja) y temporal (1-2 días entre la antesis y la emisión de los estigmas) en la floración. Esta separación tanto espacial como temporal entre la floración masculina y femenina hace que la fertilización y la producción de granos sea una fase extremadamente sensitiva en el maíz a los estreses ambientales (Tapia y García, 1983).

Para esta variable, al realizar el ANDEVA correspondiente se determinó que hubo diferencias significativas entre los tratamientos, pero el bloqueo fue no significativo (Anexo II).

El tratamiento No.3 presentó el valor mas alto con 37.7 cm, 3 % arriba del tratamiento No.5 el cual obtuvo una media de 36.6 cm, así mismo se puede observar en la tabla No.7 que a pesar que el biofertilizante influyó positivamente en la longitud de la panoja o flor masculina a través del tratamiento No.3, se obtuvieron medias mas bajas que el testigo absoluto. Es decir que para haber obtenido dichos resultados fue muy significativa la composición de los 4 tratamientos de EM Bokashi, es decir los materiales con que estos se prepararon, ya que con la mezcla del tratamiento No.3 (Tabla No.4), se obtuvo la media mas alta y con las mezclas de los tratamientos 1 y 2 las mas bajas. Cuando se aplicó la fertilización química a través del tratamiento No.5, se obtuvo el segundo valor mas alto entre todos los tratamientos.

Al analizar esta variable no se encontraron otros resultados que pudieran compararse con los que se muestran en esta trabajo experimental, ya que esta variable ha sido poco evaluada en los trabajos realizados con anterioridad.

### 3.1.6 Número de ramas secundarias (NURASE)

Dicha característica presenta mejor desarrollo en las zonas húmedas que en las zonas secas y refiriéndonos a la variedad NB-6, muestra un mayor número de ramificaciones secundarias en zonas con alta humedad presente la mayor parte del

año, es posible que la altitud y las altas precipitaciones tengan una influencia más marcada en este carácter; en zonas secas o con menor precipitación se han obtenido en diversos experimentos para la misma variedad (NB-6), 2 ramas secundarias menos que en las zonas húmedas (Loaisiga, 1990).

En el presente trabajo el número de ramificaciones secundarias no mostró diferencias significativas al ser aplicado el biofertilizante a los tratamientos en estudio, tampoco hubo efecto en el bloqueo (Anexo II), sin embargo tal y como se puede observar en la tabla No.7 la fertilización química fue la que más influyó en el cultivo con respecto a esta variable ya que con tratamiento No.5 se obtuvo una media superior a la de los tratamientos donde se usó el biofertilizante ya que el valor que obtuvo fue de 12.37 un 9 % superior al tratamiento No.2 el cual fue el que obtuvo la media mas alta entre los tratamientos donde se usó el EM Bokashi con 11.27. La media mas baja fue para el tratamiento No.3 con 10.37, un 6 % mas baja que la del tratamiento No.6 o testigo absoluto.

Un aspecto particular que sucedió en esta variable fue que el tratamiento No.2 que en casi todas las demás variables del crecimiento y desarrollo obtuvo la media mas baja, para esta variable obtuvo el valor mas alto entre todos los tratamientos de EM Bokashi, lo que lleva a la conclusión que dicho tratamiento no influyó positivamente sobre las demás variables.

**Tabla No.7 Efecto del biofertilizante EM Bokashi sobre las variables de crecimiento y desarrollo.**

Trat.	ALTPLA (cm)	DIATAL (cm)	AREFOL (cm <sup>2</sup> )	ALNMZS (cm)	LECFMA (cm)	NURASE
T1	149.7 a	2.12 a	462.8 a	62.6 ab	34.6 b	10.43 a
T2	146.4 a	1.81 a	501.9 a	59.8 b	34.8 ab	11.27 a
T3	164.2 a	2.09 a	576.7 a	71.6 ab	37.7 a	10.37 a
T4	165.1 a	2.04 a	527.3 a	71.7 ab	36.5 a	11.20 a
T5	173.7 a	2.26 a	563.3 a	87.2 a	36.6 a	12.37 a
T6	158.0 a	1.99 a	502.4 a	64.7 ab	35.2 ab	11.03 a
ANDEVA	NS	NS	NS	*	*	NS
C.V.%	10.09	9.45	10.46	13.64	3.62	13.86

Como se puede observar en la tabla No.7 de las variables referentes al crecimiento y desarrollo solamente tuvo resultados significativos la altura del nudo de la mazorca superior y la longitud del eje central de la flor masculina. Variables que de otra forma tienen influencia en la producción del grano.

Sin embargo a pesar que en el resto de las variables fueron no significativas esto no quiere decir que el biofertilizante EM Bokashi no tenga efectos positivos ya que en las variables del rendimiento se obtuvieron resultados promisorios para este cultivo.

### **3.2 Influencia del biofertilizante EM Bokashi sobre las variables del rendimiento.**

#### **3.2.1 Número de bracteas por mazorca (NUBMAZ)**

Dicha característica es importante para la mazorca tanto en cantidad como en longitud, ya que un buen número de bractea por mazorca y que además presenten una buena longitud, es de gran importancia agronómica por su función de protección principalmente en áreas tropicales. Con esta característica también disminuye la infestación del grano por patógeno. Para prevenir estos daños es necesario que la longitud de las bracteas sean de más o menos 5-10 cm por encima de la punta de la mazorca (Richey, 1952, Collins y Kempton, 1917, citados por Benavides, 1990).

El número de bracteas por mazorca es una característica que ha sido considerada importante en los programas de control de plagas Collins y Kempton (1917), citados por Mejía *et al* (1983), incluyen esta característica en sus trabajos de resistencia contra el gusano barrenador. Mostraron que al aumentar el número de bracteas disminuye la incidencia de enfermedades por mazorca, así como el daño a los granos.

El análisis estadístico no mostró diferencias significativas para esta variable al ser tratado el cultivo con el biofertilizante EM Bokashi, tanto para los tratamientos como para los bloques en estudio (Anexo II).

Sin embargo en la Tabla No.8 se puede observar que el cultivo obtuvo un mayor número de bracteas con el tratamiento No.5, alcanzando una media de 10.10 bracteas por mazorca. Entre los tratamientos con EM Bokashi, fue el No.4 el que alcanzó la mayor media, con un valor de 9.6 bracteas, un 5% por debajo del tratamiento No.5, el tratamiento No.6 o testigo absoluto obtuvo la media más baja con 8.90 bracteas o sea 12 % por debajo del tratamiento que obtuvo el mayor valor. Se observa entonces que a pesar de que el mejor resultado se obtuvo con la fertilización química, se obtuvieron resultados similares con los tratamientos orgánicos principalmente con el No.4, No.1 y No.2 con los cuales el cultivo respondió satisfactoriamente

### **3.2.2 Peso de mazorca (PESMAZ)**

Esta variable es de suma importancia debido a que está directamente relacionada al rendimiento de la cosecha. Experimentos realizados con la variedad NB-6 muestran como resultado pesos promedios de 95 a 120 gramos por mazorca (Loalsiga, 1990).

Las características de la mazorca, son las que merecen mayor consideración por ser esta parte de la planta la que tiene función directa en el rendimiento del grano (Williams, 1976).

Al llevarse a cabo el ANDEVA y separación de medias se encontró que hubo diferencias entre los tratamientos en estudio, sin embargo el bloqueo resultó no significativo (Anexo II).

Tal como se muestra en la tabla No.8 el biofertilizante EM Bokashi influyó significativamente, superando al fertilizante convencional (tratamiento No.5) en un

5% a través del tratamiento No.4 el cual obtuvo una media de 142.7 gramos, también se observa que el tratamiento No.6 se ubica un 24% por debajo del tratamiento No.4 con una media de 108.5 gramos.

Para un carácter tan importante como es el peso de la mazorca, los resultados obtenidos son muy buenos ya que el mejor valor se obtuvo con el tratamiento No.4, a pesar que el tratamiento No.2 fue el mas bajo, los valores obtenidos por los otros tratamientos con EM Bokashi son muy similares a los que se alcanzaron con el tratamiento químico.

### 3.2.3 Longitud de la mazorca (LONMAZ)

La longitud de la mazorca es uno de los componentes de mayor importancia en el rendimiento del maíz y está influenciado por las condiciones ambientales (clima y suelo), y disponibilidad de nutrientes. La máxima longitud de mazorca dependerá de la humedad del suelo, disponibilidad de nitrógeno y de la radiación solar ( Adetiloye et al; 1984).

En numerosos ensayos de fertilización se ha observado que el tamaño promedio de la mazorca aumenta cuando se aplica nitrógeno (Berger, 1985).

El análisis de varianza y separación de medias mostró que hubo diferencias significativas entre los tratamientos, pero no afecto el bloqueo el cual resultó sin significancia (Anexo II); así mismo se presentaron 3 categorías estadísticas.

Se determinó que con el tratamiento No.4 se obtuvo la mayor longitud de mazorca con una media de 15.96 cm. Estos resultados son semejantes a los encontrados por Cuadra (1988), quien afirmó haber obtenido una longitud de mazorca de 17 cm al utilizar 70 Kg de nitrógeno por hectárea.

Al realizar una comparación entre los tratamientos evaluados se aprecia en la tabla No.8 que de nuevo el tratamiento No.4 alcanzó el valor mas alto con una media de 15.96 cm un 6% por encima del tratamiento No.5 el cual obtuvo una

media de 15.2 cm y 14% superior al tratamiento No.6 cuyo valor fue de 13.7 cm. Al igual que en el peso de la mazorca, la longitud es determinante para una buena producción de granos y se puede apreciar que el biofertilizante de nuevo permitió que se obtuvieran buenos resultados, principalmente con el tratamiento No.4.

#### 3.2.4 Peso del raquis (PESRAQ)

Como parte de la mazorca, el raquis u olote tiene también un papel importante en la determinación del rendimiento. En este aspecto Marini *et al*; (1993), hace la observación de que las dimensiones (peso y diámetro máximo y mínimo), del olote mantienen un comportamiento directamente proporcional con el rendimiento al constituir esta estructura parte del sistema de transporte de los carbohidratos sintetizados.

No obstante, Reyes (1985), recomienda maíces de raquis delgado, porque estos son más fáciles de cosechar, desgranar, secar el grano y en general, más precoces.

Se determinó al realizar el análisis estadístico que esta variable obtuvo resultados significativos tanto para los distintos tratamientos en estudio como para los bloques establecidos (Anexo II), y al realizar comparaciones de los resultados obtenidos con los de Maya (1995), la cual obtuvo un peso promedio de 25.80 gramos en el REGEN, haciendo uso de la fertilización convencional, se demuestra que el biofertilizante afectó significativamente el peso del raquis ya que con el tratamiento No.4 se obtuvo una media de 28.90 gramos, superando al resultado obtenido por Maya en un 11% y al tratamiento No.5 en un 8% el cual obtuvo una media de 26.6 gramos, el tratamiento No.2 obtuvo de nuevo la media más baja con 17.27 gramos.

Al analizar los resultados obtenidos por esta variable se observa la similitud con los resultados de las dos variables anteriores con las que está directamente relacionada, y se puede concluir que el biofertilizante presentó un efecto muy positivo en el crecimiento y desarrollo de la mazorca en general.

### 3.2.5 Diámetro de la mazorca (DIAMAZ)

El diámetro de mazorca al igual que su longitud están determinados por factores genéticos e influenciados por factores edáficos, nutricionales y ambientales. El diámetro de la mazorca es un parámetro fundamental para medir el rendimiento y está relacionado directamente con la longitud de la mazorca. Este forma parte de la fase reproductiva de la planta, en la que se requiere de actividad fotosintética y gran absorción de agua y nutrientes. Si esto es adverso afectará el tamaño de la mazorca en formación y por consiguiente se obtendrá menor diámetro de mazorca que al final repercutirá en bajos rendimientos (Saldaña y Calero, 1991).

Los datos recolectados no presentaron diferencias significativas tanto entre los tratamientos como entre los bloques evaluados (Anexo II). No obstante se aprecia en la tabla No.8 que el mayor valor lo obtuvo el tratamiento No.4 con un diámetro de mazorca de 4.4 cm, un 7% superior al tratamiento No.6 con un valor de 4.1 cm, también el tratamiento No.4 superó nuevamente al tratamiento No.5 con 3% de diferencia, el que obtuvo una media de 4.3 cm.

Los resultados obtenidos en esta variable refuerzan lo dicho anteriormente, que el biofertilizante tuvo un efecto muy particular en el desarrollo de la mazorca, lo que se reflejó en la obtención de buenos rendimientos para dicho tratamiento.

### 3.2.6 Número de granos en 100 gramos (NG100G)

Esta variable se ve afectada por un gran número de factores genéticos. (Verneti, 1983). Además de ser influenciada por factores ambientales, esta variable demuestra la capacidad de trasladar nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo, al grano, en la etapa reproductiva (Zapata y Orozco, 1991).

Refiriéndonos a los resultados obtenidos al analizar esta variable, se encontró que no hubo diferencias significativas tanto entre los tratamientos como entre los bloques (Anexo II).

Los resultados son presentados en la tabla No.8, observándose que el máximo valor para esta variable fue obtenido en el tratamiento No.1 con una media de 525.3 granos, superando al tratamiento No.5 en un 8%, el cual obtuvo una media de 481.67 granos. Algo muy curioso ya que el tratamiento No.1 que en la mayoría de las variables evaluadas obtuvo valores intermedios o bajos entre todos los tratamientos con EM Bokashi, para esta variable obtuvo el valor mas alto, superando incluso al tratamiento con fertilización química. El tratamiento con la media mas baja fue el No.3 con un valor de 454.67 granos.

Como se observa en la tabla No.8 el testigo absoluto que no recibió ningún tipo de fertilización superó al tratamiento No.3 en un 3%.

### 3.2.7 Rendimiento (RENDIM)

Para lograr una productividad óptima de un cultivo se necesita trabajar en condiciones agroecológicas adecuadas para el crecimiento de las especies en cuestión, disponer de semilla de alto potencial de rendimiento, preparar bien el suelo, establecer y mantener la densidad de población óptima, disponer de la humedad adecuada en el suelo, proveer a la planta los nutrientes que necesite y protegerlas contra los daños que ocasionan las malezas, insectos y otras plagas que hacen disminuir el rendimiento (Cordón y Gaitán, 1993).

El análisis de varianza y separación de medias realizado a esta variable muestra que hubo diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, sin embargo el bloqueo no tuvo significancia (Anexo II), dando como resultado cuatro categorías estadísticas, ocupando la primer categoría el tratamiento No.4 con una media de 2,101.6 Kg / ha, un 2% por encima del tratamiento No.5, el cual obtuvo una media de 2,057 Kg / ha. También el tratamiento No.4 superó en un 23% al tratamiento No.6 el que btuvo una media de 1,619.4 Kg / ha. Sorpresivamente el tratamiento No.6 logró obtener un rendimiento superior al del tratamiento No.2 a pesar que este último recibió fertilización orgánica, lo que no significa que el biofertilizante no halla tenido efecto, ya que como se observa en la tabla No.8, el tratamiento No.4 logró superar en la mayoría de las variables del rendimiento a todos los demás tratamientos; incluso al tratamiento con la fertilización química tradicional, lo que nos lleva a ratificar la conclusión hecha anteriormente de que el efecto del biofertilizante radica en la composición de los materiales, donde al parecer la composición de los dos tipos de estiércol (de vaca y de gallina) mas los microorganismos presentes en el EM los cuales producen sustancias bioactivas que contienen vitaminas, hormonas, enzimas y antibióticos que pueden directa o indirectamente acrecentar el crecimiento de las plantas, asi como su desarrollo y protección, por lo cual se obtuvieron dichos resultados.

Tabla No.8 Efecto del biofertilizante EM Bokashi sobre las variables del rendimiento.

Trat.	NUBMAZ	PESMAZ (g)	LONMAZ (cm)	PESRAQ (g)	DIAMAZ (cm)	NG100G	RENDIM (Kg / ha)
T1	9.40 a	108.5 ab	13.9 ab	19.60 bc	4.10 a	525.30 a	1847.30 ab
T2	9.40 a	93.5 b	13.3 b	17.30 c	3.90 a	479.30 a	1240.60 c
T3	4.10 a	117.4 ab	14.4 ab	23.39 ab	4.20 a	454.60 a	1737.90 ab
T4	9.60 a	142.7 a	15.96 a	28.9 a	4.40 a	486.00 a	2101.60 a
T5	10.10 a	135.4 ab	15.2 ab	26.6 a	4.30 a	481.67 a	2057.00 ab
T6	8.90 a	108.5 ab	13.70 b	19.6 bc	4.10 a	469.30 a	1619.4 bc
ANDEVA	NS	*	*	*	NS	NS	*
C.V.%	7.01	13.44	5.31	9.16	4.30	16.35	16.35

### 3.3 Análisis económico

Hay muchas opiniones sobre lo que es un sistema agrícola ideal. Muchos opinan que un sistema agrícola ideal es aquel en que se producirían alimentos por un largo periodo de una forma sostenida; otros podrían opinar que es aquel que garantice y mejore la salud humana y espiritual y sea económicamente rentable, tanto para productores como para consumidores; también podría decirse que un sistema agrícola ideal es aquel que preserva y protege activamente el medio ambiente, es contiguo, regenerativo y produce suficiente alimento para sostener el incremento poblacional (Higa y Parr, 1995).

En nuestro país la gran parte de los pequeños y medianos productores de maíz, tienen como principal propensión asegurar rendimientos adecuados para su autoconsumo y obtener excedentes para el comercio. También valoran el ingreso económico de su trabajo y cuando pueden optar por una tecnología diferente a la

tradicional la cual sea capaz de reducir sus costos, consideran cambiar una práctica por otra y mas aun si dicha tecnología les traerá múltiples beneficios.

En el presente trabajo experimental se realizó un análisis económico para evaluar los diferentes tratamientos en estudio. El objetivo fue determinar cual de ellos es mas adecuado desde el punto de vista económico para así formular recomendaciones para los agricultores, a partir de datos de campo. Así mismo se realizó un análisis comparativo del mejor tratamiento de EM Bokashi con la práctica convencional de fertilización química.

Al efectuar el análisis económico se demuestra que el tratamiento de mayor rentabilidad fue el No.4 con una tasa de retorno marginal (TRM) del 76.83%, seguido por el tratamiento No.1 con una TRM de 62.25%. Tal y como se puede apreciar en la tabla No.9 el tratamiento No.5 obtuvo una TRM de 61.73% tan sólo un 0.52% por debajo del tratamiento No.2 y un 15.1% por debajo del No.4. Es decir que el biofertilizante EM Bokashi tuvo un efecto económico muy significativo a través de los tratamientos No.4 y No.1, superando un rendimiento a la fertilización química, aunque con el tratamiento No.1 la diferencia con el tratamiento No.5 no es mucha, en comparación con el tratamiento No.4 donde si se obtuvieron diferencias muy marcadas.

En la misma tabla (No.9), se puede observar más detalladamente la estimación económica del experimento.

Se debe aclarar que el precio de los diferentes fertilizantes orgánicos varía según las mezclas, por tal razón al tratamiento No.1 se le adjudicó un precio de 7 C\$ / qq, al tratamiento No.2, nueve C \$ / qq, al No.3, ocho C\$ / qq y al tratamiento No.4, diez C\$ / qq.

En referencia al presupuesto parcial (Tabla No.10), al establecer la comparación entre la fertilización química (tratamiento No. 5) con el EM Bokashi a

través del tratamiento No.4 que fue el tratamiento (mezcla) con el cual se obtuvieron los mejores resultados, se puede observar detalladamente en dicha tabla que con el tratamiento No. 4 se obtuvo un beneficio neto de 3,601.58 C\$/ha y con el tratamiento No.5 el beneficio neto fue de 3,373.26 C\$/ha, o sea que usando el biofertilizante EM Bokashi (específicamente el tratamiento No.4) se obtiene una ganancia de 228.32 C\$/ha. (US\$23.54) cantidad que se dejaría de percibir usando la fertilización química.

Con relación a ciertas ventajas y desventajas del uso de la fertilización orgánica, se puede ver que a pesar que la cantidad de EM Bokashi a usar es mucho mayor que si se usara fertilizante químico, esta diferencia se ve compensada con el precio que poseen ambos fertilizantes, que como se indica en el total (costo de campo), se observa que hay una diferencia de hasta C\$130.00 entre una y otra práctica.

Otra observación que puede hacerse es con respecto al uso de mano de obra ya que se requiere una mayor cuantía al usar EM Bokashi debido a que la cantidad de fertilizante a aplicar es mayor y entre mayor área a sembrar se tiene, mayor cantidad de mano de obra y fertilizante se requerirá. Pero al calcular los costos variables totales se puede ver que con el tratamiento No.5 se tiene un costo de C\$700.00 y con el tratamiento No.4 el costo es de C\$560.00, o sea que con el tratamiento No.4 el productor se ahorra C\$140.00 (US\$14.00). En dichos costos además de los beneficios monetarios que obtendrá -el productor cosechará productos más sanos y libres de residuos químicos.

En el presupuesto parcial (Tabla No.10), en referencia a las pérdidas por cosecha y almacenamiento, las cuales se hicieron basándose en lo descrito por McGuire y Crandall (1966), los cuales estimaron que las pérdidas en campo ascendían al 15% y en almacenamiento se perdían aproximadamente 10% del grano.

El precio de campo se estimó en C\$ 120 el quintal, pero al calcular el beneficio bruto total, se multiplicó el rendimiento de campo (neto) por el valor de 1 quintal en kilogramos, es decir se hizo la relación de 1 qq = 45.45 Kg

**Tabla No.9 Estimación económica, evaluando los 4 tipos de biofertilizante EM Bokashi en comparación con la fertilización química y el testigo absoluto. REGEN, Managua, 1997**

Actividades	Tratam. 1 (C\$ / ha)	Tratam.2 (C\$ / ha)	Tratam. 3 (C\$ / ha)	Tratam. 4 (C\$ / ha)	Tratam.5 (C\$ / ha)	Tratam.6 (C\$ / ha)
Chapoda	120	120	120	120	120	120
Arado	150	150	150	150	150	150
Grada	180	180	180	180	180	180
Sub Total	450	450	450	450	450	450
Fertilizante	308	396	352	440	660	-
Semilla	90	90	90	90	90	90
Siembra	100	100	100	100	100	100
Riego	1,038	1,038	1,038	1,038	1,038	1,038
Sub Total	1,536	1,624	1,580	1,668	1,888	1,228
Manejo de malezas	240	240	240	240	240	240
Man. de pla. y enfermed.	600	600	600	600	600	600
Sub Total	840	840	840	840	840	840
Cosecha	100	100	100	100	100	100
Desgrane	80	80	80	80	80	80
Sub Total	180	180	180	180	180	180
Costos totales	3,006	3,094	3,050	3,138	3,358	2,698
Ren.(Kg/ha)	1,847.3	1,240.6	1,737.9	2,101.6	2,057.0	1,619.4
Precio de 1qq	120	120	120	120	120	120
Beneficio bruto	4,877.36	3,275.51	4,588.51	5,548.78	5,431.02	4,275.64
Beneficio neto	1,871.36	181.51	1,538.51	2,410.78	2,073.02	1,577.64
T.R.M.%	62.25	5.86	50.44	76.83	61.73	58.47

**Tabla No.10 Presupuesto parcial del tratamiento No.4 en comparación con el testigo relativo (tratamiento No.5)**

Beneficios	Tratamiento No.5	Tratamiento No.4
Rendimiento del agricultor (bruto) Kg / ha	2,057	2,101.6
Pérdidas por cosecha y almacenamiento (25%)	514.25	525.4
Rendimiento de campo (neto) Kg / ha	1,542.75	1,576.20
Valor para el agricultor (precio de campo) C\$	120	120
Beneficio total (beneficio total bruto) C\$ /ha	4,073.26	4,161.58
<b>Costos Variables:</b>		
<b>Fertilizante</b>		
Cantidad (qq)	3 NPK y 2 urea	44
Valor (precio monetario de campo) C\$	140 y 120	10
Total (Costo de campo) C\$	660	440
<b>Mano de obra</b>		
Cantidad	2 H / D	6 H / D
Valor (precio de oportunidad de campo) C\$	20	20
Total (Costo de campo) C\$	40	120
Costos variables total C\$	700	560
Beneficios Netos C\$/ha.	3,373.26	3,601.58

Con la obtención de dichos resultados se puede concluir que el biofertilizante EM Bokashi representa una alternativa muy económica para los pequeños productores que cuentan con escasos recursos ya que como se observa en dichos resultados, el biofertilizante se convierte en una opción para la no-dependencia de los agroquímicos, además contribuye a que el productor se de cuenta que con elementos que existen en su propiedad el puede preparar un buen abono para sus cultivos y con la ayuda de los microorganismos efectivos (EM) puede incluso obtener rendimientos mayores y a un costo mas bajo, tal y como se demuestra en el presente trabajo.

### 3.4 Correlaciones fenotípicas

La relación o el grado de asociación que existe entre dos variables están determinadas por las correlaciones fenotípicas (Rodríguez *et al*; 1981). Cuando se selecciona un determinado carácter se obtendrán a los demás caracteres que se

relacionan con dicha variable (Thompson y Raulings, 1960). A continuación se presentan algunas correlaciones de interés agronómico.

#### **Correlación en caracteres del tallo.**

Las correlaciones entre las características del tallo por lo general son muy altas por ser muy dependientes entre las mismas.

Por lo general estos caracteres no se correlacionan con caracteres de la panoja como son la longitud del pedúnculo y el número de ramas secundarias.

##### **- Altura de planta**

El análisis de correlación de Pearson nos muestra que hay relación positiva y significativa entre la altura de planta con: AREFOL ( $r=0.79620$   $p=0.0005$ ), ALNMZS ( $r=0.88029$   $p=0.0001$ ), RENDIM ( $r=0.73484$   $p=0.0005$ )

#### **Correlación en caracteres de mazorca.**

Los resultados de las correlaciones fenotípicas estimadas entre caracteres de mazorca con alta significación son las siguientes:

##### **- Peso de la mazorca**

Este descriptor se correlaciona positiva y significativamente con: LONMAZ ( $r=0.87400$   $p=0.0001$ ), DIAMAZ ( $r=0.94052$   $p=0.0001$ ), ALNMZS ( $r=0.59360$   $p=0.0094$ ), PESRAQ ( $r=0.92366$   $p=0.0001$ ) y RENDIM ( $r=0.74134$   $p=0.0004$ ); negativas y significativas con el NG100G ( $r=0.54321$   $p=0.0198$ )

### Longitud de mazorca

Mostró correlaciones fenotípicas positivas y significativas con los caracteres: DIAMAZ ( $r=0.73823$   $p=0.0001$ ), ALNMZS ( $r=0.54906$   $p=0.0001$ ), PESRAQ ( $r=0.89703$   $p=0.0001$ ) y RENDIM ( $r=0.47109$   $p=0.0485$ )

Las correlaciones de las demás variables se pueden observar en la tabla No.11.

Tabla No.11 Análisis de correlación de Pearson para las variables en estudio.

	ALTPLA	DIATAL	AREFOL	PESMAZ	LONMAZ	DIAMAZ	ALNMZS	LECFMA	NURASE	NUBMAZ	PESRAQ	RENDIM	NG100G
ALTPLA r	1.00000												
Pr	-												
DIATAL r	-0.05052	1.00000											
Pr	0.8422	-											
AREFOL r	0.79620	-	1.00000										
Pr	0.0001	0.33435 0.1751	-										
PESMAZ r	0.57719	0.05568	0.37094	1.00000									
Pr	0.0121	0.8263	0.1297	-									
LONMAZ r	0.50109	0.13855	0.34103	0.87400	1.00000								
Pr	0.0341	0.5835	0.1661	0.0001	-								
DIAMAZ r	0.52842	-	0.30627	0.94052	0.73823	1.00000							
Pr	0.0242	0.02756 0.9135	0.2164	0.0001	0.0005	-							
ALNMZS r	0.88029	0.08419	0.70161	0.59360	0.54906	0.56478	1.00000						
Pr	0.0001	0.7398	0.0012	0.0094	0.0183	0.0146	-						
LECFMA r	0.52427	-	0.62317	0.47876	0.47106	0.45712	0.57032	1.00000					
Pr	0.0255	0.01633 0.9487	0.0057	0.0444	0.0485	0.0565	0.0135	-					
NURASE r	0.31984	0.32211	0.07209	0.21805	0.23521	0.22898	0.40217	0.11551	1.00000				
Pr	0.1957	0.1924	0.7762	0.3847	0.3475	0.3607	0.0980	0.6481	-				
NUBMAZ r	0.50669	0.10342	0.31809	0.36468	0.39582	0.40148	0.5225	-0.04772	0.50121	1.00000			
Pr	0.0319	0.6830	0.1983	0.1368	0.1040	0.0987	0.0261	0.8508	0.0341	-			
PESRAQ r	0.52427	-	0.44323	0.92366	0.89703	0.84794	0.58263	0.53646	0.12692	0.30331	1.00000		
Pr	0.0255	0.08714 0.7310	0.0654	0.0001	0.0001	0.0001	0.0112	0.0217	0.6158	0.2211	-		
RENDIM r	0.73484	-	0.58608	0.74134	0.47109	0.74172	0.61335	0.50326	0.05009	0.18009	0.67575	1.00000	
Pr	0.0005	0.28480 0.2520	0.0106	0.0004	0.0485	0.0004	0.0068	0.0333	0.8435	0.4746	0.0021	-	
NG100G r	-0.08231	0.20896	-0.08749	-0.54321	-0.34679	0.68402	-0.04515	-0.35383	0.19946	-0.06493	-0.45291	-0.44475	1.00000
Pr	0.7454	0.4053	0.7299	0.0198	0.1586	0.0017	0.8588	0.1497	0.4275	0.7980	0.0591	0.0544	-

#### IV CONCLUSIONES

1. El biofertilizante EM Bokashi presento efecto significativo en el crecimiento y desarrollo de la planta específicamente sobre las variables: altura del nudo de la mazorca superior y longitud del eje central de la flor masculina, así como también en la mayoría de las variables del rendimiento como peso de la mazorca, longitud de mazorca, peso del raquis y en el rendimiento.
2. El mayor rendimiento se obtuvo con el uso de cascarilla de arroz, gallinaza, estiércol de vaca y EM con el cual se obtuvo una media de 2,101.6 Kg / ha, superando al tratamiento No.5 (testigo relativo) el que alcanzó un rendimiento de 2,057 Kg / ha.
3. Del estudio económico se puede concluir que con el EM Bokashi se logró una tasa de retorno marginal del 77%, un 15% por encima del tratamiento con fertilización química.
4. Con el uso de cascarilla de arroz, estiércol de vaca, aserrín y EM se presentaron los valores mas bajos en comparación con el testigo absoluto, debido a que dos de los componentes de dicho tratamiento como son la cascarilla de arroz y el aserrín son materiales con una relación C/N alta, lo que ocasiona la inmovilización de los microorganismos y una asimilación muy lenta por parte de la planta.
5. Por todo lo expuesto anteriormente se demostró tanto agronómica como económicamente que los microorganismos efectivos constituyen una alternativa eficiente para la agricultura de hoy, culminando con la obtención de productos de calidad y libres de residuos químicos.

## V RECOMENDACIONES

Realizar este estudio como ensayo en serie por un espacio no menor de 3 años, para determinar el efecto de los microorganismos sobre las propiedades químicas y microbiológicas del suelo a largo plazo.

Se recomienda realizar el ensayo en mejores condiciones climáticas como en periodo de invierno o si se hace en verano realizarlo con mejores exigencias de riego.

Utilizar otros tipos de materiales orgánicos como desechos de cocina entre otros, para la elaboración de Bokashi.

Evaluar la cascarilla de arroz, gallinaza, estiércol de vaca y EM en otros cultivos y compararlo con mezclas diferentes a las usadas en el presente ensayo.

Utilizar en futuros ensayos concentraciones más elevadas de microorganismos efectivos, para valorar su efecto en el cultivo y en el suelo.

Evaluar el efecto del EM – 5 en el control de plagas y enfermedades que puedan afectar el cultivo en estudio.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- Adetiloye, P.O; Okigbo, B.N. y Ezedinma, E.O.1984. Responce mize and ear shoot caracteres growth factors in southern Nigeria. Field crops research on international journal. E.E.U U. 277 pp.
- Alvarado, F.R. y Centeno, A.C.1994. Efectos de sistemas de labranzas, rotación, y control de malezas sobre la conosis de las malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de maiz(Zea mays L.) y sorgo (Sorghum bicolor L.). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 100 pp.
- Andrews, K.L. y Quezada, J.R. 1989. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura: Estado Actual y Futuro. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Honduras. 623 pp.
- Andrade, A.C.1996. Efecto de Arreglos de siembra en maiz(Zea mays L.) y frijol(Phaseolus vulgaris L.) en asocio y monocultivos sobre la dinámica de las malezas,el crecimiento y rendimiento de los cultivos y uso equivalente de la tierra. Trabajo de diploma. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 48 pp.
- Arzola, N; Fundora, O. y Machado, J. 1981. Suelo, Planta y Abonado. Editorial Pueblo y Educación. Playa, ciudad de la Habana, Cuba. 460 pp.
- Benavides, G. A. 1990. Caracterización y evaluación preliminar de 15 cultivares de maiz (Zea mays L.) Universidad Nacional Agraria. Trabajo de Ingeniero Agrónomo. Managua Nicaragua.

- Bonhomme, R; Derieux, J; Kirchner, E.O. and Lafontaine, O. 1991. Maize leaf number sensitivity in relation to photoperiod in multilocation field trial. *Agronomist journal*. 83: 153-170.
- Berger, J. 1985. Maíz: su producción y Abonamiento. Editorial Científico Técnico. Instituto cubano del libro. La Habana, Cuba 204 pp.
- Celiz, F. y Duarte, R. 1996. Efecto de arreglos topográficos (doble surco) sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (Zea mays L.) como cultivo principal, en asocio con la leguminosa (Vigna unguiculata L. Walp). Trabajo de diploma. Universidad Nacional Agraria.
- CIMMYT. 1982. Informe de 1982. El Batán, México. 134 pp.
- Cuadra, M. R. 1988. Efectos de diferentes niveles de nitrógeno, espaciamiento y poblaciones sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (Zea mays L.) variedad NB-6. Trabajo de diploma. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. (ISCA). Managua, Nicaragua. 25 pp.
- Cordon, E.P. y Gaitan, L.E. 1993. Efectos de rotación de cultivos y métodos de control de malezas sobre la cenosis de malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimiento en los cultivos de maíz (Zea mays L.) y sorgo (Sorghum bicolor L. Moench.) Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua 42 pp.
- Higa, T. 1991. Microorganismos Efectivos, una biotecnología para la humanidad. U.S. Departamento de Agricultura. Washington, D.C. U.S.A. 814 P
- Higa, T. Y Parr, J. 1995. Microorganismos Benéficos y Efectivos para una agricultura ecológica y sostenible. U. S. Departamento de Agricultura. Washington, D.C. U.S.A. 15 pp.

Ministerio de Economía y Desarrollo, 1997, Perspectivas de producción y comercio mundial del maíz. La Prensa, Managua (Nicaragua), junio 12. pp 8C

Loaisiga, C. H. 1990. Characterization preliminary evaluation and adaptability of agronomical characters of 16 cultivars of maize (*Zea mays* L.) collected in Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 43 pp.

MAG. 1995. Variedades e híbridos recomendados en los cultivos de granos básicos, oleaginosas, forrajeras, café y hortalizas para el ciclo 1995/1996. Managua.

Marini, D; Vega, I y Maggioni, I. 1993. Genética Agraria. Multiformas. Managua, Nicaragua. 346 pp.

Maya, N. C. 1995. Evaluación de siete genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en cuatro localidades de Nicaragua. Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 32 pp.

Mcguire, J. M. y Crandall, B. S. 1966. Survey of insect pests and plant diseases of selected food crops of México, Central América and Panama. USDA / AID 157 pp.

Mejía, J. A; Marquez, S. F. y Carballo, C. A. 1983. Cobertura de la mazorca del maíz: hederabilidad y correlación con otros caracteres. Tesis de maestría. Colegio de Post-grado. Chapingo, México.

Reyes, C.P. 1985. Fitogenética básica y aplicada. México, D.F. AG.T. 460 pp.

- Rodríguez, F. C; Ponce, J. y Fuchus, A. 1981. : Genética y Mejoramiento de las plantas, Editorial pueblo y educación, La Habana, Cuba. 139 pp.
- Saldaña, F. y Calero, M. 1991. Efectos de rotación de cultivos y control de malezas sobre la cenosis de las malezas en los cultivos de maíz (Zea mays L.), sorgo (Sorghum bicolor L. Moench.) y pepino (Cucumis sativus L.). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 63 pp.
- Tapia, B. Y García, A. 1983. Técnicas para la producción de maíz. Dirección General de Técnicas Agropecuarias. Managua, Nicaragua. 214 pp.
- Thompson, D. L. and Rauling, O I. 1960: Evaluation of four test of different ear heights of corn. Agronomy journal 52, 620 pp.
- Verneti, A. H. 1983. Genética y Mejoramiento, Funcao Cargil, Brasil. Volumen 2.
- Williams, A. H. 1976. Estimación de la heredabilidad y herencia de la altura de la planta y mazorca en maíz, de la cruza (V-524 x NLV 5-1), en tres localidades de Monterrey N. L. México.
- Zapata, M. Y Orozco, H. 1991. Evaluación de diferentes métodos de control de malezas y distancias de siembra sobre la cenosis de las malezas, crecimiento y rendimiento de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) de postrema. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 72 pp.

## VII. ANEXOS

### Anexo I

**Variables de crecimiento y desarrollo.**

La toma de datos de las variables de crecimiento y desarrollo se efectuaron a partir de los 56 días después de la siembra, tomándose para ello 10 plantas al azar.

**Altura de planta (cm)**

Se midió en centímetros, sobre el eje principal desde la base del tallo hasta la base de la última aurícula extendida.

**Diámetro del tallo (cm)**

Se midió en centímetros, entre el nudo donde se produce la yema axilar que da lugar a la mazorca inferior y el nudo donde se produce la yema axilar que da lugar a la mazorca superior.

**Área de la lámina foliar (cm<sup>2</sup>)**

Para determinar esta variable se utilizó la fórmula de Montgomery (reyes, 1985), para la cual se midió en centímetros el largo de la hoja desde el punto de unión de la lámina foliar con la vaina hasta el ápice y el ancho de la misma en el centro de la hoja de borde a borde; luego estos dos valores se multiplicaron por la constante 0.75 (factor de forma) y se expresó en centímetros cuadrados.

**Altura del nudo de la mazorca superior (cm)**

Es la distancia comprendida entre el punto de inserción de las raíces hasta el nudo donde se produce la yema axilar que da lugar a la mazorca.

**Longitud del eje central de la flor masculina (cm)**

Es la distancia entre el inicio de la ramificación y el extremo superior del eje principal.

**Número de ramas secundarias.**

Son las que nacen del eje principal de la flor masculina.

**VARIABLES DEL RENDIMIENTO.**

La cosecha del maíz se efectuó a los 110 días después de la siembra, realizándose de forma manual, posterior a la cual se procedió a recolectar la siguiente información tomada de diez mazorcas al azar dentro del área útil, a excepción del rendimiento y número de semillas en 100 gramos.

**Número de bracteos por mazorca.**

Se cortaron diez mazorcas por parcela y luego se procedió a separar sus bracteos para su debido conteo.

**Peso de mazorca (g)**

Se determinó basándose en el promedio obtenido de pesar 10 mazorcas tomadas al azar.

**Longitud de la mazorca (cm)**

Se midió desde la base de su inserción en el pedúnculo hasta su ápice.

**Peso del raquis (g)**

Es el eje rígido donde van asentados los granos y se determina a través del promedio obtenido de pesar 10 mazorcas desgranadas.

**Diámetro de la mazorca (cm)**

La mazorca se corta por el centro transversalmente y se mide desde la corona de un grano hasta la corona del grano diametralmente opuesto.

Número de granos en 100 gramos.

Se deben pesar 100 gramos de maíz y contar la cantidad de granos que conforman ese peso.

**Rendimiento (Kg / ha)**

Es la cantidad de granos cosechados de las plantas comprendidas en la parcela útil para determinar el rendimiento, el cual debe expresarse en kilogramos por hectárea. La humedad del grano se ajustó a un 15%. Para determinar el rendimiento se usó la siguiente fórmula:

$$PG = (Pc) (\%MS) (\%D) (Kc) (k)$$

Donde:

$Pc$  = peso de campo (mazorcas)

$$\%MS = \text{Porcentaje de materia seca} = \frac{100 - \% \text{ de humedad requerida}}{100}$$

$$\%D = \text{Porcentaje de desgrane} = \frac{\text{Peso de granos} \times 100}{\text{Peso de mazorcas}}$$

$$Kc = \text{factor para llevar el grano hasta 15 \% de humedad} \frac{100}{85}$$

$K$  = Constante de área para expresar en Kg/ ha. Resultante de dividir 10,000 metros cuadrados entre el área de la parcela útil. -

## Anexo II.

Análisis de varianza de las diferentes variables evaluadas.

## ALTPLA

Fuente	Gl	SC	CM	Pr > F
Blo	2	506.57	253.29	0.41
Tra	5	1577.48	315.49	0.37
Error	10	2592.59	259.26	
Total	17	4676.65		

## DIATAL

Fuente	Gl	SC	CM	Pr > F
Blo	2	2.82	1.41	0.0001
Tra	5	0.33	0.06	0.206
Error	10	0.37	0.03	
Total	17	3.53		

## AREFOL

Fuente	Gl	SC	CM	Pr > F
Blo	2	8729.32	4364.66	0.27
Tra	5	27050.46	5410.09	0.19
Error	10	29881.84	2988.18	
Total	17	65661.62		

## ALNMZS

Fuente	Gl	SC	CM	Pr > F
Blo	2	37.13	18.57	0.82
Tra	5	1468.40	293.68	0.05
Error	10	902.23	90.22	
Total	17	2407.76		

## LECFMA

Fuente	Gl	SC	CM	Pr > F
Blo	2	1.20	0.60	0.70
Tra	5	47.11	9.42	0.009
Error	10	16.59	1.66	
Total	17	64.90		

## NURASE

Fuente	Gl	SC	CM	Pr > F
Blo	2	4.16	2.08	0.45
Tra	5	7.88	1.58	0.66
Error	10	23.73	2.37	
Total	17	35.78		

## NUBMAZ

Fuente	Gl	SC	CM	Pr > F
Blo	2	1.08	0.54	0.33
Tra	5	2.58	0.52	0.39
Error	10	4.38	0.44	
Total	17	8.04		

## PESMAZ

Fuente	Gl	SC	CM	Pr > F
Blo	2	548.89	274.45	0.37
Tra	5	5086.73	1017.34	0.03
Error	10	2499.60	249.96	
Total	17	8135.22		

## LONMAZ

Fuente	Gl	SC	CM	Pr > F
Blo	2	2.02	1.01	0.23
Tra	5	15.16	3.03	0.01
Error	10	5.84	0.58	
Total	17	23.02		

## PESRAQ

Fuente	Gl	SC	CM	Pr > F
Blo	2	63.14	31.57	0.01
Tra	5	310.53	62.10	0.0003
Error	10	42.99	4.30	
Total	17	416.66		

## DIAMAZ

Fuente	Gl	SC	CM	Pr > F
Blo	2	0.08	0.04	0.33
Tra	5	0.33	0.07	0.15
Error	10	0.32	0.03	
Total	17	0.74		

## NG100G

Fuente	Gl	SC	CM	Pr > F
Blo	2	12610.11	6305.06	0.39
Tra	5	8416.28	1683.26	0.92
Error	10	62313.22	6231.32	
Total	17	83339.61		

## RENDIM

Fuente	Gl	SC	CM	Pr > F
Blo	2	155497.11	77748.55	0.08
Tra	5	1506646.49	301329.29	0.0005
Error	10	238277.73	23827.77	
Total	17	1900421.33		

Anexo III

Fórmulas utilizadas para la obtención de los resultados en el cálculo del análisis económico

- Costos fijos: incluyen los costos de limpieas del terreno, preparación del suelo (grada, arado y surcado), fertilización, semilla, control de plagas y enfermedades.
- Costos variables: Incluyen cada uno de los tratamientos incluyendo los precios de los insumos y materiales, labores mecánicas, cosecha, etc.
- Costos totales: sumatoria de costos fijos y variables.
- Rendimiento: expresado en Kg / ha
- Beneficio bruto: a través del rendimiento por el precio al momento de la cosecha.
- Beneficio neto: beneficio bruto menos los costos totales de producción.
- Tasa de retorno marginal: beneficio neto sobre los costos totales de producción multiplicado por cien.