
	<p><b>PROYECTO</b></p> <p><b>“EVALUACIÓN DE LA MUCUNA, UREA, ROCA FOSFORICA Y ZEOLITA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN Y FERTILIDAD DEL SUELO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES DE MAÍZ”</b></p> <p><b>IG-CV-110</b></p>	
<p>La primera Universidad Agropecuaria del Ecuador</p>		<p>Fortaleciendo la competitividad de las cadenas agroalimentarias</p>



## INFORME TÉCNICO FINAL

2004

**UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**

**PROGRAMA DE MODERNIZACION DE LOS SERVICIOS  
AGROPECUARIOS  
(PROMSA)**

**PROYECTO**

**“EVALUACIÓN DE LA MUCUNA, UREA, ROCA FOSFORICA Y  
ZEOLITA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN Y  
FERTILIDAD DEL SUELO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES DE  
MAÍZ”**

**INVESTIGADOR PRINCIPAL: Ing. Agr. M.C. Gorky Díaz C.**

**INFORME TÉCNICO FINAL**

**QUEVEDO – ECUADOR**

**2004**

## 1. RESUMEN

Los objetivos de la presente investigación fueron: incrementar la producción de maíz asociado con mucuna, uso de zeolita y fertilización con bajos niveles de urea y roca fosfórica, contribuir al control de malezas en el maíz utilizando como cultivo de cobertura a la mucuna, determinar la producción de biomasa de la mucuna y del maíz y, determinar la fertilidad residual en el suelo después del aporte de biomasa y la fertilización en el maíz.

Para alcanzar el objetivo uno se establecieron experimentos en tres localidades representativas de la zona maicera de la Parte Alta de la Cuenca del Río Guayas: Balzar, Ventanas y Quevedo, durante los años 2002 y 2003. Los resultados de la localidad de Balzar fueron descartados por problemas de heterogeneidad del suelo. El experimento se condujo por localidad en un diseño básico de Bloques Completos al Azar con diez tratamientos y cuatro repeticiones. Además se realizó un análisis combinado de años, localidades y tratamientos. Adicionalmente, se compararon grupos de tratamientos a través del uso de comparaciones ortogonales.

El efecto de los tratamientos sobre el cultivo del maíz se lo determinó en las variables: altura de planta, diámetro del tallo a los 15, 35 y 90 días, días a la floración, longitud y peso de mazorcas, peso de 1000 semillas y rendimiento por hectárea. Para determinar diferencias estadísticas significativas entre medias de tratamientos se utilizó la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Las variables a evaluarse en la mucuna fueron: número, color y peso de nódulos a los 70 días de edad. El efecto de los tratamientos sobre la mucuna se lo analizó a través de un diseño básico de Bloques Completos al Azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Al término de los dos años (2002 y 2003) se realizó un análisis combinado de años, localidades y tratamientos.

Para alcanzar el objetivo dos se evaluó la cobertura y la incidencia de malezas (hoja ancha, hoja angosta) a los 60, 120 y 240 días de edad.

Para alcanzar los objetivos tres y cuatro se determinó la cantidad de nutrientes extraídos y reciclados. Para ello se obtuvo y se analizó la producción de biomasa en forraje verde y materia seca de la mucuna y producción de la panca y tuza y grano del maíz. También se realizaron análisis de suelos al inicio y al final de cada año a fin de conocer la fertilidad residual de los suelos bajo estudio.

Los sistemas de siembra del maíz alternado con mucuna sin y con fertilizantes afectan la floración, diámetro y altura de la planta del maíz.

Con la aplicación de fertilizantes se mejoraron los componentes y el rendimiento por hectárea. Siendo notable esta situación en el monocultivo del maíz.

La mucuna manifiesta un grado de competencia negativa en el período inicial del maíz. En el rendimiento de maíz no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los sistemas alternados de siembra (0,5 y 1,0 m) de la mucuna con el maíz. El maíz alternado con mucuna produjo menos que el maíz en monocultivo. El fertilizante (100 y 200 kg ha<sup>-1</sup> de urea) mejora el rendimiento del maíz cuando se siembra alternado con la mucuna o en monocultivo. Llegando a los niveles previstos para los pequeños productores (3600 kg ha<sup>-1</sup>). El rendimiento y la rentabilidad del maíz alternado con mucuna se incrementa de un año a otro. Para el caso de la rentabilidad no se lograron los incrementos previstos (100%).

El número de nódulos y la actividad de las bacterias nitrificantes mejora de un año a otro.

Por lo general, la cobertura se incrementa con el período de desarrollo de los cultivos y disminuye la incidencia de malezas, sobre todo de hoja angosta. El control de la malezas por parte de la cobertura de la mucuna pasa el 70% durante el ciclo del maíz.

En promedio a mayor nivel de fertilización mayor biomasa y nutrientes extraídos. Mayor reciclado de biomasa de la mucuna se encontró con el tratamiento “maíz + mucuna 1,0 m + 100 kg ha<sup>-1</sup> de urea + 30 kg ha<sup>-1</sup> de zeolita + 45 kg ha<sup>-1</sup> de roca fosfórica”. Se obtuvieron producciones de biomasa (MS) que pasaron las 10 tm ha<sup>-1</sup> en el tratamiento: “maíz + mucuna 1,0 m + 100 kg ha<sup>-1</sup> de urea + 30 kg ha<sup>-1</sup> de zeolita + 45 kg ha<sup>-1</sup> de roca fosfórica”. El tratamiento: “maíz + mucuna 1,0 m + 200 kg ha<sup>-1</sup> de urea + 45 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato diamónico + 100 kg ha de sulfomag” pasaron de las 6 tm ha<sup>-1</sup> de panca de maíz; en cambio, los tratamientos: “maíz + 200 kg ha<sup>-1</sup> de urea” y “maíz + 200 kg ha<sup>-1</sup> de urea + 45 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato diamónico + 100 kg ha<sup>-1</sup> de sulfomag” pasaron de las 7 tm ha<sup>-1</sup>. Los sistemas de siembra de maíz alternado con mucuna reciclan mayor biomasa y nutrientes que el monocultivo del maíz. Tanto en los sistemas de siembra de maíz alternado con mucuna como en el monocultivo del maíz hay menor reciclado de fósforo, en especial en el monocultivo del maíz.

El N, P, K, S, Zinc, Cu y Bo aumentaron en la parte superior del suelo (0-5 cm), debido al reciclado de biomasa de los sistemas de siembra de maíz alternado con mucuna y de las malezas en los monocultivos. El Ca y el Mg se mantienen en los niveles iniciales.

## SUMMARY

The objectives of the present investigation were: to increase the production of corn associated with mucuna, zeolite use and fertilization with first soil levels of urea and phosphoric rock, to contribute to the control of overgrowths in the corn using mucuna as covering cultivation, to determine the production of biomass of mucuna and corn, and to determine the residual fertility in the soil after the contribution of biomass and the fertilization in the corn.

To reach the objective one experiments were settled down in three representative locals of the corn cropping area of the High Part of the water shed of the Río Guayas: Balzar, Ventanas and Quevedo, during the years 2002 and 2003. The results of the of Balzar were discarded by problems of heterogeneity of the floor. The experiment behaved at random for town in a basic design of Complete Blocks with ten treatments and four repetitions. It was also carried out a combined analysis of years, locality and treatments. Additionally, groups of treatments were compared through the use of comparisons ortogonales.

The effect of the treatments on the cultivation of the corn determined it to the variables: plant height, diameter of the shaft to the 15, 35 and 90 days, days to the flowering, longitude and weight of ears, weight of 1000 seeds and yield for hectare. To determine significant statistical differences among stockings of treatments the test of Tukey was used ( $P = 0,05$ ).

The variables evaluated in the mucuna were: number, color and weight of nodules to the 70 days of age. . The effect of the treatments on the mucuna was analyzed through a basic design of Complete Blocks at random with six treatments and four repetitions. At the end of the two years (2002 and 2003) it was carried out a combined analysis of years, towns and treatments.

To reach the objective two it was evaluated the covering and the incidence of overgrowths (wide leaf, narrow leaf) to the 60, 120 and 240 days of age.

To reach the objectives three four the quantity of extracted and recycled nutrients. It was obtained the production of biomass and it was analyzed in green forage and dry matter of the mucuna and production of the leaving and gopher and grain of the corn. They were also carried out analysis of soils to the beginning and the end of every year in order to know the residual fertility of the soils under study.

The systems of sows of the alternate corn with mucuna without and with fertilizers they affect the flowering, diameter and height of the plant of the corn.

With the application of fertilizers they improved the components and the yield for hectare. Being remarkable this situation in the monoculture of the corn.

The apparent mucuna a degree of negative competition in the initial period of the corn. In the yield of corn they were not significant statistical differences among the alternate systems of sows (0,5 and 1,0 m) of the mucuna with the corn. The alternate corn with mucuna took place less than the corn in monoculture. The fertilizer (100 and 200 kg ha<sup>-1</sup> of urea) it improves the yield of the corn when you sows alternate with the mucuna or in monoculture arriving at the levels foreseen for the small producers (3600 kg ha<sup>-1</sup>). The yield and the profitability of the alternate corn with mucuna are increased from one year to another. For the case of the profitability the foreseen increments were not achieved (100%).

The number of nodules and the activity of the nitrificantes bacterias improves from one year to another.

In general, the covering is increased with the period of development of the cultivations and it diminishes the incidence of overgrowths, mainly of narrow leaf. The control of the overgrowths on the part of the covering of the mucuna passes 70% during the cycle of the corn.

On the average to bigger level of fertilization bigger biomass and extracted nutrients. Recycled adult of biomass of the mucuna met with the treatment corn + mucuna 1,0 m + 100 kg ha<sup>-1</sup> of urea + 30 kg ha<sup>-1</sup> of zeolita + 45 kg ha<sup>-1</sup> of phosphoric rock". Productions of biomass were obtained (MS) and it passed the 10 tm ha<sup>-1</sup> in the treatment: "corn +mucuna 1,0 m + 100 kg ha<sup>-1</sup> of urea + 30 kg ha<sup>-1</sup> of zeolita + 45 kg ha<sup>-1</sup> of phosphoric rock." The treatment: "corn + mucuna 1,0 m+ 200 kg ha<sup>-1</sup> of urea + 45 kg ha<sup>-1</sup> of phosphate diamónico + 100 kg has of sulfomag passed of the s 6 tm ha<sup>-1</sup> of panca of corn; on the other hand, the treatments: "corn +200 kg ha<sup>-1</sup> of urea and corn + 200 kg ha<sup>-1</sup> of urea + 45 kg ha<sup>-1</sup> of phosphate diamónico + 100 kg ha<sup>-1</sup> of sulfomag passed of the 7 tm ha<sup>-1</sup>. The systems of sows of alternate corn with mucuna they recycle bigger biomass and nutritious than the monoculture of the corn. So much in the systems of sows of alternate corn with mucuna as in monoculture of the corn is recycled minor of match, especially in the monoculture of the corn.

The N, P, K, S, Zinc, Cu and Bo increased in the superior part of the soil (0-5 cm), due to the one recycled of biomass of the systems of sows of alternate corn with mucuna and of the overgrowths in the monocultures. The Ca and the Mg was maintained in the initial levels.

## **2. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

<b>Código:</b>	IG-CV-110
<b>Título del Proyecto:</b>	“Evaluación de la mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita para el incremento de la producción y fertilidad de los suelos de pequeños productores de maíz”.
<b>Rubro y Área temática:</b>	Agro biodiversidad
<b>Tipo de estudio:</b>	Investigación-nuevas tecnologías
<b>Fecha de inicio y fin del Proyecto:</b>	Enero 2002 – Diciembre 2003
<b>Institución Ejecutora:</b>	Universidad Técnica Estatal de Quevedo
<b>Instituciones colaboradoras:</b>	Estación Experimental Tropical Pichilingue (INIAP) Federación Nacional de Maiceros (FENAMAIZ) Centro Agrícola de Balzar Asociación de Productores Agropecuarios de Ventanas
<b>Director del proyecto:</b>	Ing. Agr. MC. Gorky Díaz Coronel
<b>Investigador principal:</b>	Ing. Zoot. Kléber Estupiñán V.
<b>Asistentes de investigación:</b>	Ing. Zoot. Jenny Torres Navarrete Ing. Agr. Luis Llerena Ing. For. Leonardo Plúas Fernández Ing. Zoot. Javier Aspiazu Barzola Egda. Elva Ramos
<b>Grupo de referencia:</b>	Dr. Edgar Andrade (Representante Grupo Meta, Asociación de

productores agrícolas de Ventanas)

Sr. Luis Vásquez Ronquillo  
(Representante Grupo Meta, Centro  
Agrícola de Balzar)

Ing. Agr. Wilfrido Escobar  
(Responsable de transferencia de  
tecnología, Universidad Técnica  
Estatad de Quevedo)

Ing. Agr. M. Sc. Santiago Crespo  
("Par" Técnico Instituto Nacional  
Autónomo de Investigaciones  
Agropecuarias, INIAP, Pichilingue)

Agr. César Herrera ("Par" Técnico  
Federación Nacional de Maiceros,  
FENAMAIZ)

Dr. Leonardo Corral (Oficial del  
Proyecto, Unidad ejecutora del fondo  
competitivo PROMSA)

### **3. CONTENIDO**

1. Resumen.....	ii
Summary.....	iv
2. Identificación del proyecto.....	vi
3. Contenido.....	viii
Indice de Cuadros.....	x
Indice de Figuras.....	xiv
4. Justificación.....	1
5. Objetivos de la investigación.....	2
6. Actividades desarrolladas.....	3
6.1. Objetivo 1: Incrementar la producción de maíz asociado con mucuna, uso de zeolita y fertilización con bajos niveles de urea y roca fosfórica.....	3
6.2. Objetivo 2: Contribuir al control de malezas en el maíz utilizando como cultivo de cobertura a la mucuna.....	4
6.3. Objetivo 3: Determinar la producción de biomasa de la mucuna y del maíz.....	5
6.4. Objetivo 4: Determinar la fertilidad residual en el suelo después del aporte de biomasa y la fertilización en el maíz.....	6
7. Resultados obtenidos y discusión.....	6
7.1. Resultado 1: Producción de maíz alternado con mucuna y bajos niveles de fertilización.....	6
7.2. Resultado 2: Control de malezas utilizando como cultivo de cobertura a la mucuna.....	19
7.3. Resultado 3: Producción de biomasa por parte de la mucuna y el maíz como indicador de sustentabilidad del sistema.....	23
7.4. Resultado 4: Fertilidad del suelo y extracción y reciclado de nutrientes.....	25
7.5. Resultado 5: Difusión sobre la implementación de la tecnología.....	39
8. Situación inicial y situación final del grupo meta.....	42
8.1. Situación inicial.....	42
8.2. Situación final.....	43

9. Estimación de efectos e impactos.....	43
10. Productos del proyecto.....	44
11. Logros adicionales.....	45
12. Limitaciones en el desarrollo del proyecto y soluciones.....	45
13. Conclusiones y recomendaciones.....	46
14. Literatura consultada.....	48

## INDICE DE CUADROS

CUADRO	TITULO	Página
--------	--------	--------

1.	Cuadrados medios, significación estadística y coeficientes de variación del análisis combinado en tres variables de dos localidades (Quevedo y Ventanas), dos años (2002 y 2003) y de diez tratamientos a base de maíz alternado con dos sistemas de siembra de mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita.....	10
2.	Efecto promedio de dos localidades ( Quevedo y Ventanas) y dos años (2002 y 2003) de diez tratamientos sobre la floración, altura de planta y diámetro del tallo del maíz alternado con dos sistemas de siembra de mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita. en la Parte Alta de la Cuenca del Río Guayas.....	11
3.	Cuadrados medios, significación estadística y coeficientes de variación del análisis combinado en cinco componentes y del rendimiento por hectárea de dos localidades (Quevedo y Ventanas), dos años (2002 y 2003) y de diez tratamientos a base de maíz alternado con dos sistemas de siembra de mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita.....	12
4.	Efecto promedio en dos localidades (Quevedo y Ventanas) y dos años (2002 y 2003) de diez tratamientos sobre algunos componentes y del rendimiento del maíz alternado con dos sistemas de siembra.....	13
5.	Contrastes ortogonales de grupos de tratamientos del rendimiento promedio de dos localidades (Quevedo y Ventanas) y dos años (2002 y 2003) de maíz alternado en dos sistemas de siembra con mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita en la Parte Alta de la Cuenca del Río Guayas.....	14
6.	Cuadrados medios, significación estadística y coeficientes de variación del análisis combinado en el número, peso y color de nódulos de dos localidades (Quevedo y Ventanas), dos años (2002 y 2003) y seis	

	tratamientos a base de maíz alternado con dos sistemas de siembra de mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita en la Parte Alta de la Cuenca del Río Guayas...	17
7.	Relación beneficio-costo de diez tratamientos de maíz alternado con dos sistemas de siembra de mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita en las localidades de Quevedo y Ventanas durante los años 2002 y 2003.....	18
8.	Incidencia de malezas y cobertura (%) en diez tratamientos a base de maíz alternado con dos sistemas de siembra de mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita en la Parte Alta de la Cuenca del Río Guayas. 2002.....	20
9.	Incidencia de malezas y cobertura (%) en diez tratamientos a base de maíz alternado con dos sistemas de siembra de mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita en la Parte Alta de la Cuenca del Río Guayas. 2003.....	21
10.	Nitrógeno, fósforo y potasio extraído y reciclado promedio de dos localidades (Quevedo y Ventanas) y dos años (2002 y 2003) de diez tratamientos a base de maíz alternado en dos sistemas de siembra de mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita en la Parte Alta de la Cuenca del Río Guayas.....	26
11	Reporte de nitrógeno (ppm) de suelos (0-20 cm) al inicio y final del primer año del ensayo con maíz alternado con mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita para el incremento de la producción y fertilidad del suelo de pequeños productores en dos localidades de la Cuenca Alta del Río Guayas. Ene. – Dic. del 2002...	27
12	Reporte de fósforo (ppm) de suelos (0-20 cm) al inicio y final del primer año del ensayo con maíz alternado con mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita para el incremento de la producción y fertilidad del suelo de pequeños productores en dos localidades de la Cuenca Alta del Río Guayas. Ene. – Dic. del 2002.....	28
13	Reporte de potasio (meq/100ml) de suelos (0-20 cm) al inicio y final del primer año del ensayo con maíz alternado con mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita para el incremento de la producción y fertilidad del	

	suelo de pequeños productores en dos localidades de la Cuenca Alta del Río Guayas. Ene. – Dic. del 2002...	29
14	Reporte de ph de suelos (0-20 cm) al inicio y final del primer año del ensayo con maíz alternado con mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita para el incremento de la producción y fertilidad del suelo de pequeños productores en dos localidades de la Cuenca Alta del Río Guayas. Ene. – Dic. del 2002.....	30
15	Reporte de azufre (ppm) de suelos (0-20 cm) al inicio y final del primer año del ensayo con maíz alternado con mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita para el incremento de la producción y fertilidad del suelo de pequeños productores en dos localidades de la Cuenca Alta del Río Guayas. Ene. – Dic. del 2002.....	31
16	Reporte de calcio (meq/100ml) de suelos (0-20 cm) al inicio y final del primer año del ensayo con maíz alternado con mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita para el incremento de la producción y fertilidad del suelo de pequeños productores en dos localidades de la Cuenca Alta del Río Guayas. Ene. – Dic. del 2002...	32
17	Reporte de magnesio (meq/100ml) de suelos (0-20 cm) al inicio y final del primer año del ensayo con maíz alternado con mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita para el incremento de la producción y fertilidad del suelo de pequeños productores en dos localidades de la Cuenca Alta del Río Guayas. Ene. – Dic. del 2002.....	33
18	Reporte de zinc (ppm) de suelos (0-20 cm) al inicio y final del primer año del ensayo con maíz alternado con mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita para el incremento de la producción y fertilidad del suelo de pequeños productores en dos localidades de la Cuenca Alta del Río Guayas. Ene. – Dic. del 2002.....	34
19	Reporte de cobre (ppm) de suelos (0-20 cm) al inicio y final del primer año del ensayo con maíz alternado con mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita para el incremento de la producción y fertilidad del suelo de pequeños productores en dos localidades de la	

	Cuenca Alta del Río Guayas. Ene. – Dic. del 2002.....	35
20	Reporte de hierro (ppm) de suelos (0-20 cm) al inicio y final del primer año del ensayo con maíz alternado con mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita para el incremento de la producción y fertilidad del suelo de pequeños productores en dos localidades de la Cuenca Alta del Río Guayas. Ene. – Dic. del 2002.....	36
21	Reporte de manganeso (ppm) de suelos (0-20 cm) al inicio y final del primer año del ensayo con maíz alternado con mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita para el incremento de la producción y fertilidad del suelo de pequeños productores en dos localidades de la Cuenca Alta del Río Guayas. Ene. – Dic. del 2002...	37
22	Reporte de boro (ppm) de suelos (0-20 cm) al inicio y final del primer año del ensayo con maíz alternado con mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita para el incremento de la producción y fertilidad del suelo de pequeños productores en dos localidades de la Cuenca Alta del Río Guayas. Ene. – Dic. del 2002.....	38

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA	TITULO	Página
--------	--------	--------

1.	Interacción "Años x Localidades" en el diámetro del tallo del maíz alternado con dos sistemas de siembra de la mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita en la Parte Alta de la Cuenca del Río Guayas.....	15
2.	Interacción "Años x Localidades" en el rendimiento del maíz alternado con dos sistemas de siembra de mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita en la Parte Alta de la Cuenca del Río Guayas.....	15
3.	Interacción "Tratamientos x Años" en el rendimiento del maíz alternado con dos sistemas de siembra de la mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita en la Parte Alta de la Cuenca del Río Guayas.....	16
4.	Interacción "Tratamientos x Localidades" en el rendimiento del maíz alternado con dos sistemas de siembra de la mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita en la Parte Alta de la Cuenca del Río Guayas.....	16
5.	Interacción "Años x Localidad" en el color de los nódulos de la mucuna bajo dos sistemas de siembra alternada con el maíz, urea, roca fosfórica y zeolita en la Parte Alta de la Cuenca del Río Guayas.....	17
6.	Regresión lineal del promedio de dos localidades de la cobertura de la mucuna sobre su periodo de desarrollo en la Parte Alta de la Cuenca del Río Guayas. 2002.....	22
7.	Regresión lineal del promedio de dos localidades de la incidencia de malezas de hoja angosta sobre la cobertura de la mucuna en la Parte Alta de la Cuenca del Río Guayas. 2002.....	22
8.	Regresión cuadrática del promedio de dos localidades de la incidencia de malezas de hoja ancha sobre el período de desarrollo de la mucuna en la Parte Alta de la Cuenca del Río Guayas. 2003.....	22
9.	Regresión lineal del promedio de dos localidades de la incidencia de malezas de hoja angosta sobre la cobertura de la mucuna en la Parte Alta de la Cuenca del Río Guayas. 2003.....	22
10.	Biomasa promedio anual extraída en dos localidades	

	por diez tratamientos a base de maíz alternado con mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita en la Parte Alta de la Cuenca del Río Guayas.....	24
11.	Biomasa promedio anual reciclada en dos localidades por diez tratamientos a base de maíz alternado con mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita en la Parte Alta de la Cuenca del Río Guayas.....	24

#### **4. JUSTIFICACIÓN**

Los rendimientos del maíz de pequeños productores están en el orden de 1800 a 2300 kg/ha. El Programa de Producción Maicera de FENAMAIZ consideró importante incrementar la producción de los pequeños productores a 3600 kg/ha. Los problemas más serios en la producción de maíz es la presencia de malezas y la baja fertilidad de los suelos pueden disminuir en un 50% los rendimientos. La aplicación de herbicidas es onerosa y contribuye a eliminar la microflora y disminuir la MO. Por otra parte, la siembra continuada de maíz y la quema de residuos de cosecha sin la aplicación de fertilizantes contribuye a un desequilibrio del agrosistema. El uso de la mucuna como cultivo de cobertura contribuiría al control de malezas, a retener la humedad y a incrementar la fertilidad del suelo a través de la MO y la fijación de N atmosférico. Además, el escaso fertilizante que proporcionan los pequeños productores (de 50 a 100 kg de urea) puede ser mejor aprovechado con la zeolita que es un catalizador del mismo.

En la Parte Alta de la Cuenca del Río Guayas por lo general los suelos son pobres en nitrógeno, medios en fósforo y altos en potasio y, los pequeños productores no preparan el suelo, siembran a espeque, en un 90% utilizan semilla reciclada, fertilizan su cultivo con 50 a 100 kg de urea obteniendo producciones sumamente bajas a pesar que utilizan el híbrido INIAP H-551. Hay una tendencia a la erosión de los suelos debido a que son irregulares y la quema indiscriminada de los residuos vegetales con un bajo porcentaje de MO. Esta situación a sido detectada por FENAMAIZ, de allí que se creó el Programa para el Incremento de la Productividad del Maíz con la finalidad de mejorar los ingresos del pequeño productor utilizando prácticas sencillas y baratas, que muchos productores no las conocen o no las quieren aplicar porque no se las han demostrado.

Los agricultores maiceros en su mayoría no están en capacidad de utilizar una tecnología de alto riesgo financiero. Los cultivos de cobertura pueden ser una alternativa de bajo costo que contribuye al control de malezas, fertilización y recuperación de suelos. La zeolita permite mejorar las propiedades físicas-mecánicas de los fertilizantes granulados y reduce los índices de volatilización y lixiviación de los mismos y aumenta los contenidos de los fosfatos solubles de la roca fosfórica para ser asimilados por la planta. Se plantea: "El uso de *Stizolobium aterrimum* (mucuna) como cultivo de cobertura, la zeolita y la fertilización con bajos niveles de urea y roca fosfórica permiten incrementar la producción de maíz y mejorar la fertilidad del suelo". Si se acepta la hipótesis, los incrementos en la producción del maíz estarán en el orden de 3600 kg/ha y un incremento significativo de los niveles de nitrógeno en el suelo.

El Proyecto de Incremento de la Productividad Maicera demanda la investigación considerando la necesidad de incrementar los niveles promedios de productividad y la sostenibilidad de los suelos y al mismo tiempo mantener bajos costos de producción. Se plantea que entre los factores que contribuirán para ello, serían el uso de la siembra directa, leguminosa (mucuna), zeolita y

bajos niveles de fertilizantes (urea y roca fosfórica) como una alternativa de bajo costo para los pequeños productores de maíz. Si bien es cierto, algunos productores conocen los efectos favorables de la mucuna sobre los rendimientos de los cultivos, y sobre el suelo no tienen experiencias como cultivo intercalado en el maíz.

El beneficio de la fertilidad del suelo convierte a la mucuna en una opción atractiva para los agricultores de bajos recursos. La mucuna deja de 100 a 175 kg N ha<sup>-1</sup> para cultivos subsiguientes de maíz, se ha estimado que el fréjol de mucuna como única fuente de nitrógeno fue equivalente a 200 kg/ha de N químico (CIDICCO 1992 y Flores 2000). Por su parte Buckles *et al.* 1999 reportan que la mucuna acumula más de 10 t de biomasa aérea ha<sup>-1</sup> sobre la base de la MS, y contienen en promedio más de 300 kg N ha<sup>-1</sup>, 10 kg de K ha<sup>-1</sup> y 20 kg P ha<sup>-1</sup>. Los rendimientos de maíz cultivado con mucuna (5,77 tm ha<sup>-1</sup>) son superiores en un 55% a los rendimientos obtenidos cuando el maíz se siembra sin mucuna (3,15 tm ha<sup>-1</sup>) (Estrada 1990). La zeolita actúa como catalizador de los fertilizantes del suelo y la roca fosfórica (RF) en aplicaciones directas mejora su solubilidad cuando se incrementa la materia orgánica del suelo (Reyes y Gamboa 1991).

La Unidad de Investigación de la UTEQ, está trabajando en el uso de leguminosas tropicales (canavalia, kudzú, mucuna negra y blanca) en la alimentación animal. La siembra de la mucuna nació como una necesidad de utilizar el grano como fuente de proteína para los cerdos. Sin embargo, lo que hasta ahora más se destaca de estas plantas en su contribución al mejoramiento del suelo. Una de las limitantes para que en nuestro país no haya una mayor adopción de los cultivos de cobertura ha sido el desconocimiento sobre los usos alternativos de la semilla o el follaje en estas especies. Actualmente existen pequeños productores de maíz que están utilizando la mucuna como cobertura y que demandan información sobre el uso del grano en la alimentación de aves y cerdos. Por lo que se está estudiando su comportamiento agronómico y producción de semillas.

## **5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

### **5.1. Objetivo general**

Contribuir a un incremento de los ingresos del pequeño productor de maíz con una tecnología alternativa de bajo costo.

### **5.2. Objetivos específicos**

- Incrementar la producción de maíz asociado con mucuna, uso de zeolita y fertilización con bajos niveles de urea y roca fosfórica.
- Contribuir al control de malezas en el maíz utilizando como cultivo de cobertura a la mucuna.
- Determinar la producción de biomasa de la mucuna y del maíz.
- Determinar la fertilidad residual en el suelo después del aporte de biomasa y la fertilización en el maíz.

## **5. ACTIVIDADES DESARROLLADAS**

### **6.1. OBJETIVO 1: INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ ASOCIADO CON MUCUNA, USO DE ZEOLITA Y FERTILIZACIÓN CON BAJOS NIVELES DE UREA Y ROCA FOSFÓRICA.**

Para alcanzar el objetivo uno se establecieron experimentos en tres localidades representativas de la zona maicera de la Parte Alta de la Cuenca del Río Guayas: Balzar, Ventanas y Quevedo, durante los años 2002 y 2003. Los resultados de la localidad de Balzar fueron descartados por problemas de heterogeneidad del suelo.

Se realizó la siembra directa del maíz a 1,0 m entre hileras y 0,2 m entre plantas (50.000 plantas / ha). La siembra de la mucuna entre hileras del maíz se la realizó en dos densidades 0,5 y 1,0 m; el primer año se la sembró al mismo tiempo que el maíz y en el segundo año 15 días antes que éste. El experimento se condujo por localidad en un diseño básico de Bloques Completos al Azar con diez tratamientos y cuatro repeticiones. Además se realizó un análisis combinado de años, localidades y tratamientos. Adicionalmente, se compararon grupos de tratamientos a través del uso de comparaciones ortogonales. Los tratamientos en estudio fueron:

1. Mucuna 0,5 m + maíz solo
2. Mucuna 0,5 m +maíz +100 kg urea, 30 kg zeolita y 45 kg roca fosfórica
3. Mucuna 0,5 m + maíz + 200 kg urea, 45 kg fosfato diamónico, 100 kg sulfomag (testigo1).
4. Mucuna 1,0 m + maíz solo
  
5. Mucuna 1,0 m + maíz +100 kg urea, 30 kg zeolita y 45 kg roca fosfórica.

6. Mucuna 1,0 m + maíz +200 kg urea, 45 kg fosfato diamónico, 100 kg sulfomag (testigo2).
7. Maíz solo (testigo 3).
8. Maíz solo con rastrojo quemado (testigo 4).
9. Maíz + 200 kg urea (testigo 5)
10. Maíz + 200 kg urea, 45 kg de fosfato diamónico, 100 kg de sulfomag (testigo 6).

El área de cada ensayo fue de 30 m de largo x 50 m de ancho (1500 m<sup>2</sup>). Cada ensayo estuvo conformado por 40 parcelas experimentales, el tamaño de la parcela fue de 6,0 m de largo x 5,0 m de ancho (cinco hileras de maíz). La parcela útil fueron tres hileras centrales de maíz de 6,0 m de largo x 3,0 m de ancho (18,0m<sup>2</sup>).

En lo relacionado al manejo del experimento se realizó la fertilización a los siete y 35 días después de la siembra del maíz. Para el control de plagas (cogollero) se utilizó Lorsban en dosis de 200 cc/ha a los 25 y 45 días de edad del maíz.

El efecto de los tratamientos sobre el cultivo del maíz se lo determinó en las variables: altura de planta, diámetro del tallo a los 15, 35 y 90 días, días a la floración, longitud y peso de mazorcas, peso de 1000 semillas y rendimiento por hectárea. Para determinar diferencias estadísticas significativas entre medias de tratamientos se utilizó la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Las variables a evaluarse en la mucuna fueron: número, color y peso de nódulos a los 70 días de edad. Para medir la nodulación se utilizó una pala y fundas plásticas, se extrajeron tres plantas por parcela y se procedió al contaje del número de nódulos por planta. Para medir la actividad de las bacterias nitrificantes se midió el color de nódulos mediante la escala de 0 a 4 con la siguiente calificación: rojo o rosado = 4, verde = 3, otros especificar aparte = 2, variables = 1, nulo (no hay nódulos) = 0. Según metodología de los pastos tropicales (Toledo y Schultzer 1982).

## 6.2. OBJETIVO 2: CONTRIBUIR AL CONTROL DE MALEZAS EN EL MAÍZ UTILIZANDO COMO CULTIVO DE COBERTURA A LA MUCUNA.

Se efectuó la siembra de la mucuna en dos densidades en los tratamientos del uno al seis. Para el efecto, se realizó la medición de la cobertura y la incidencia de malezas (composición botánica, clasificándola en grupos de especies: hoja ancha, hoja angosta sin y con cobertura) a los 60, 120 y 240 días de edad, utilizando un marco cuadrículado de 1 m<sup>2</sup>, con 20 subdivisiones de 20 x 25 cm, según el método de estimación visual con cuadrante dividido. El cuadrante se lo lanzó al azar por tres ocasiones dentro de las hileras centrales y se procedió a estimar visualmente los grupos de especies. La

estimación visual se la realizó en los cuadrantes pares (2, 4, 6.....18, 20) y se anotó en porcentaje, según metodología de pastizales (Paladines 1992).

El efecto de los tratamientos sobre la mucuna se lo analizó a través de un diseño básico de Bloques Completos al Azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Al término de los dos años (2002 y 2003) se realizó un análisis combinado de años, localidades y tratamientos. Los tratamientos fueron: "mucuna 0,5 m + maíz solo"; "mucuna 0,5 m +maíz +100 kg urea, 30 kg zeolita y 45 kg roca fosfórica"; "mucuna 0,5 m + maíz + 200 kg urea, 45 kg fosfato diamónico 100kg sulfomag (testigo1)"; "mucuna 1,0 m + maíz solo"; "mucuna 1,0 m + maíz +100 kg urea, 30 kg zeolita y 45 kg roca fosfórica" y "mucuna 1,0 m + maíz +200 kg urea, 45 kg fosfato diamónico 100 kg sulfomag (testigo2)". Se efectuó el análisis de varianza para las variables: porcentaje de cobertura a los 60, 120 y 240 días y se calculó la incidencia de malezas en porcentaje. Para determinar diferencias estadísticas significativas entre medias de los tratamientos se utilizó la Prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). Además se realizaron análisis de correlación y regresión de la cobertura sobre el período de desarrollo e incidencia de malezas de hoja angosta y ancha sobre la cobertura de la mucuna.

### 6.3. OBJETIVO 3: DETERMINAR LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA DE LA MUCUNA Y DEL MAÍZ.

Para alcanzar el objetivo tres se realizaron las siguientes actividades: producción de biomasa en forraje verde ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) y materia seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de la mucuna y producción de panca de maíz ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Para medir la producción de forraje verde se utilizó un cuadrante de  $1 \text{ m}^2$ , para el efecto se extrajeron tres muestras por parcela y para la obtención de la materia seca se procedió a tomar tres submuestras por parcela de 250 g, las mismas que se las llevó a la estufa por 48 horas a  $60^\circ\text{C}$  hasta obtener peso constante.

Para la producción de panca se tomó un metro lineal de panca seca de maíz por parcela (cinco plantas por parcela), luego se realizó el pesaje a través de una balanza de precisión para obtener los rendimientos por hectárea. Para determinar la materia seca se llevó la muestra de panca de maíz a la estufa por 48 horas a  $60^\circ\text{C}$  hasta obtener peso constante.

### 6.4. OBJETIVO 4: DETERMINAR LA FERTILIDAD RESIDUAL EN EL SUELO DESPUÉS DEL APORTE DE BIOMASA Y LA FERTILIZACIÓN EN EL MAÍZ.

Para alcanzar el objetivo cuatro se realizó la toma de muestras y análisis del suelo al inicio de la investigación y al final de cada año. Además, se analizaron: follaje de la mucuna y panca, tuza y grano del maíz a fin de determinar nutrientes extraídos y reciclados.

Los análisis de las muestras de suelo se los realizó en el Laboratorio de INIAP – Pichilingue. Se efectuaron análisis químicos completos (pH-N-P-K-Ca-Mg-S-Fe-Cu-Mn-Zn-B), materia orgánica y análisis físico (textura). Los análisis de materia orgánica y análisis físico solo se realizaron al inicio del experimento. Las muestras de suelo para la caracterización inicial de sus propiedades químicas se tomaron en cada tratamiento y sacándolas con el barreno de 0 – 20 cm de profundidad. Para el final del primero y segundo año se tomaron las muestras a las siguientes profundidades 0 – 5; 5 – 10 y de 10 – 20 cm. Los datos correspondientes al segundo año al término de este informe todavía no se disponen.

Para el análisis de tejidos se tomaron cuatro submuestras de 250 g c/u de forraje fresco de mucuna por tratamiento al final del ciclo (240 días) durante el primero y segundo año, respectivamente. Así mismo se tomaron cuatro submuestras (250 g c/u) de la semilla y tuza del maíz a la cosecha (120 días) y de panca (250 g) después de la cosecha (130 días). Se realizaron análisis químicos completos del grano, tuza y panca de maíz (N-P-K-Ca-Mg-S-Fe-Cu-Mn-Zn-B) en el Laboratorio de suelos, tejidos vegetales y agua de la Estación Experimental Boliche-INIAP.

## **7. RESULTADOS OBTENIDOS Y DISCUSIÓN**

### **7.1. RESULTADO 1: PRODUCCION DE MAIZ ALTERNADO CON MUCUNA Y BAJOS NIVELES DE FERTILIZACION**

En el análisis combinado de la floración del maíz se reportaron diferencias estadísticas altamente significativas para años, localidades, “años x localidades”, tratamientos y “tratamientos x años” (Cuadro 1). Los tratamientos que obtuvieron los mayores promedios fueron aquellos en los que no se aplicaron fertilizantes (Cuadro 2).

En relación a la altura de plantas y diámetro del tallo del maíz se reportaron diferencias estadísticas altamente significativas a los 15, 35 y 90 días;

especialmente en años, localidades y tratamientos (Cuadro 1). Para altura de planta, a los 90 días, se encontró en el 2002 un mayor desarrollo de planta que en el 2003. Asimismo, en Ventanas se reportó un mayor desarrollo de plantas que en Quevedo.

Para diámetro del tallo, fue en el 2003 donde se reportaron los mayores valores. Asimismo en Quevedo. A los 90 días de la siembra fue significativa la interacción “años x localidades”. En Quevedo se incrementó el diámetro del tallo, mientras que en Ventanas decreció el diámetro del tallo del 2002 al 2003 (Figura 1).

En relación a los tratamientos, a medida que se incrementó la aplicación de fertilizantes, aumentó la altura y el diámetro del tallo de la planta de maíz, especialmente en los tratamientos con 200 kg ha<sup>-1</sup> de urea, tanto con mucuna como en el monocultivo del maíz (Cuadro 2).

En el análisis de los componentes y en el rendimiento por hectárea se reportaron diferencias estadísticas significativas para los efectos simples de años, localidades y tratamientos. Solo en el peso de 1000 semillas no se encontró significación estadística para años. Similar situación se dio en la interacción “años x localidades”. En el rendimiento del maíz por hectárea también se encontró significación estadística para las interacciones: “tratamientos x años”, “tratamientos x localidades” y en “tratamientos x años x localidades” (Cuadro 3).

El efecto de los tratamientos sobre los componentes del rendimiento estuvo relacionado con la aplicación de fertilizantes. A medida que se incrementó la fertilización, el número, longitud y peso de mazorcas, y el peso de la semilla y el rendimiento por hectárea fue mayor. Siendo más evidente esta situación en el monocultivo del maíz (Cuadro 4).

Lo anterior, se refleja en las comparaciones ortogonales de grupos de tratamientos (Cuadro 5). Se encontró que los tratamientos de maíz alternado con mucuna (T1-6) rindieron menos que los tratamientos de maíz en monocultivo (T7-10). Se atribuye esto, al efecto competitivo de la mucuna. No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los sistemas de maíz alternado con mucuna a 0,5 m (T1-3) y 1,0 m (T4-7). Al comparar el rendimiento del maíz alternado sin fertilizantes a 0,5 m (T1) y 1,0 m (T4) con el rendimiento del maíz con fertilizantes alternado con mucuna a 0,5 m (T2 y 3) y 1,0 m (T5 y 6) no se encontraron diferencias estadísticas significativas durante el 2002. Los tratamientos de maíz alternado con mucuna a 0,5 m mas 100 kg ha<sup>-1</sup> de urea + 30 kg ha<sup>-1</sup> de zeolita + 45 kg ha<sup>-1</sup> de roca fosfórica (T2) y con 200 kg ha<sup>-1</sup> de urea + 45 kg FDA + 100 kg ha<sup>-1</sup> de sulfomag (T3) no presentaron diferencias estadísticas significativas; asimismo, a 1,0 m estos mismos tratamientos (T5 vs T6) no presentaron diferencias estadísticas significativas durante el 2002 y 2003.

Los testigos “maíz en monocultivo sin fertilizantes” (T7) y “maíz mas rastrojo quemado más 100 kg ha<sup>-1</sup>” (T8) no presentaron diferencias estadísticas significativas el 2002 pero sí el 2003. Esto se atribuye, a que durante el 2002 al maíz del tratamiento T8 no se le aplicó fertilizantes, pero si el 2003, en el que se utilizó 100 kg ha<sup>-1</sup> de urea. Esto se decidió hacer, como una recomendación de los productores, que indicaron que es una práctica que realizan después que queman el rastrojo y ha nacido el maíz.

Finalmente, los tratamientos sin mucuna con altos niveles de fertilizantes (T9 vs T10), aunque presentaron las más altas producciones, entre ellos no se encontraron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 5).

Con respecto a la interacción “años x localidades” fue significativa por el mayor incremento del rendimiento de un año a otro en la localidad de Ventanas (Figura 2). Se atribuye e que esta respuesta está en relación con el mejoramiento de la fertilidad del suelo por efecto de la fijación del N atmosférico y por el reciclaje de la biomasa de la mucuna y de la panca del maíz.

También la interacción “tratamientos x años” fue significativa. En ella se destaca el hecho que los tratamientos de maíz alternado con mucuna, sin la aplicación de fertilizantes, T1 y T4, en el 2003 presentaron un rendimiento mejor o similar al maíz en monocultivo sin fertilizantes (T7). Observándose una tendencia a mejorar el rendimiento de estos tratamientos. Un tratamiento que mejoró significativamente fue “maíz con rastrojo quemado mas 100 kg ha<sup>-1</sup> de urea. (Figura 3).

Otro tratamiento que se destacó por sus rendimientos (> 3600 kg ha<sup>-1</sup>) fue “maíz + mucuna 1,0 m + 100 kg ha<sup>-1</sup> de urea + 30 kg ha<sup>-1</sup> de zeolita + 45 ka ha<sup>-1</sup> de roca fosfórica” el mismo que, durante el 2003 no presentó diferencias estadísticas significativas con relación al tratamiento de maíz-mucuna de mayor nivel de fertilización: “maíz + mucuna 1,0 m + 200 kg ha<sup>-1</sup> de urea+45 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato diamónico + 100 kg ha<sup>-1</sup> de Sulfomag” (Cuadro 5). Tal parece que el maíz alternado con mucuna y bajos niveles de fertilización responde adecuadamente con rendimientos aceptables para el pequeño productor.

Del análisis de la interacción “tratamientos x localidades” se determinó que en Quevedo los tratamientos tuvieron su mejor comportamiento dada la calidad de sus suelos (Figura 4).

En relación a la nodulación (número, peso y color de nódulos) como indicadores de la fijación de N atmosférico que permite un mejor desarrollo de las plantas y el ahorro de la aplicación de este nutriente, en el número de nódulos se encontró significación estadística para “años” (Cuadro 6). Esto se refiere al incremento de la nodulación para el año 2003, como un efecto del

establecimiento e incremento de la población bacteriana en los suelos después del 2002.

Para el peso de los nódulos fue significativa “localidades” y la interacción “años x localidades” (Cuadro 6). En esta última, se demostró que en Quevedo disminuye del 2002 al 2003 el peso de los nódulos no así en Ventanas donde sucedió lo inverso.

En el color de los nódulos, cuyo color rosado o rojo, indica una mayor actividad bacteriana en la fijación de N, fue significativa la interacción “años x localidades”. En Quevedo hubo una tendencia a obtenerse un mejor color rosado o rojo del 2002 al 2003 (Figura 5).

En lo relativo a la rentabilidad de los tratamientos, en las dos localidades, esta se incrementó con la fertilización del maíz alternado con la mucuna y con el monocultivo del maíz (Cuadro 7). Fue notorio también que los tratamientos “maíz alternado con mucuna sembrada a 0,5 m y 1,0 m incrementaron su rentabilidad del 2002 al 2003. Aunque los tratamientos de maíz con mucuna incrementaron sus rendimientos, sin embargo no alcanzaron los niveles previstos de incrementar los ingresos en un 100 % en relación al maíz solo y lograr una alta rentabilidad como estaba establecido en el proyecto. Un tratamiento que incrementó su rentabilidad fue “maíz mas rastrojo quemado mas 100 kg ha<sup>-1</sup> de urea”, lo cual se debió a su mayor producción y como consecuencia mayores ingresos.

Por su parte, los tratamientos de maíz en monocultivo mas altos niveles de fertilización disminuyeron su rentabilidad del 2002 al 2003 (Cuadro7).

CUADRO 1. CUADRADOS MEDIOS, SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA Y COEFICIENTES DE VARIACIÓN DEL ANÁLISIS COMBINADO EN TRES VARIABLES EN DOS LOCALIDADES (QUEVEDO Y VENTANAS), DOS AÑOS (2002 Y 2003) Y DIEZ TRATAMIENTOS A BASE DE MAÍZ ALTERNADO CON DOS SISTEMAS DE SIEMBRA DE MUCUNA, UREA, ROCA FOSFÓRICA Y ZEOLITA.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Floración	Altura de planta			Diámetro del tallo		
			15 días	35 días	90 días	15 días	35 días	90 días
Año	1	204,8 **	505 **	16492 **	1816 *	0,842 **	0,001 ns	0,09 *
Localidad (L)	1	28,1 **	1005 **	1647 **	63155 **	0,074 **	3,321 **	5,61 **
A x L	1	21,8 **	820 **	6165 **	19 ns	0,000 ns	1,724 **	3,50 **
R (L x A)	12	1,7 **	8 **	419 **	878 **	0,017 **	0,026 *	0,02 ns
Tratamientos (T)	9	2,8 **	7 **	1743 **	1298 **	0,013 **	0,405 **	0,17 **
T x A	9	1,0 **	3 ns	309 **	550 ns	0,009 **	0,064 **	0,02 ns
T x L	9	0,6 ns	7 **	146 *	388 ns	0,002 ns	0,027 *	0,01 ns
T x A x L	9	0,4 ns	1 ns	65 ns	378 ns	0,001 ns	0,020 ns	0,01 ns
Error	108	0,4	2	58	310	0,003	0,013	0,02
Total	159							
CV (%)		1,3	6,1	7	8	7,04	11,39	7,76
ns = No hay diferencias estadísticas significativas (P>0,05) * = Hay diferencias estadísticas significativas (P<0,05) ** = Hay diferencias estadísticas altamente significativas (P<0,01)								

CUADRO 2. EFECTO PROMEDIO DE DOS LOCALIDADES ( QUEVEDO Y VENTANAS) Y DOS AÑOS (2002 Y 2003) DE DIEZ TRATAMIENTOS SOBRE LA FLORACIÓN, ALTURA DE PLANTA Y DIÁMETRO DEL TALLO DEL MAÍZ ALTERNADO CON DOS SISTEMAS DE SIEMBRA DE MUCUNA, UREA, ROCA FOSFÓRICA Y ZEOLITA. EN LA PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO GUAYAS\*.

N°	Tratamientos	Floración (días)	Altura de planta			Diámetro del tallo		
			15 días	35 días	90 días	15 días	35 días	90 días
1	MM0,5m	50,63 bc	24,30 ab	91,55 c	221,02 c	0,72 ab	1,79 f	1,75 d
2	M100U+30Z+45RFM0,5m	50,25 bc	24,78 ab	107,06 b	231,88 abc	0,76 a	2,02 cd	1,83 cd
3	M200U+45FD+100SMM0,5m	50,38 bc	25,00 a	113,65 ab	241,43 abc	0,76 a	2,08 bcd	1,96 abc
4	MM1,0m	50,88 ab	23,99 ab	88,64 c	224,25 bc	0,69 b	1,78 f	1,78 d
5	M100U+30Z+45RFM1,0m	50,38 bc	24,69 ab	107,91 ab	234,11 abc	0,75 ab	2,00 de	1,86 bcd
6	M200U+45FD+100SMM1,0m	50,38 bc	25,36 a	116,80 a	243,34 ab	0,76 a	2,15 abc	2,01 ab
7	Maíz solo	51,38 a	23,16 b	87,96 c	221,96 c	0,69 b	1,87 ef	1,82 cd
8	Maíz, rastrojo quemado+100Urea	50,75 abc	24,21 ab	91,43 c	235,58 abc	0,75 ab	2,00 de	1,90 abcd
9	Maíz+200kg ha urea	50,13 c	23,87 ab	105,59 b	240,42 abc	0,74 ab	2,16 ab	1,99 abc
10	M200U+45FD+100SM	50,38 bc	24,78 ab	113,60 ab	245,46 a	0,77 a	2,26 a	2,04 a
Promedio		49,42	24,41	112,53	233,94	0,74	2,01	1,89
CV (%)		1,28	6,11	6,77	7,53	7,04	5,65	7,76

\* Promedios con letras iguales no presentan diferencias estadísticas significativas según Tukey (P>0,05)

CUADRO 3. CUADRADOS MEDIOS, SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA Y COEFICIENTES DE VARIACIÓN DEL ANÁLISIS COMBINADO EN CINCO COMPONENTES Y DEL RENDIMIENTO POR HECTÁREA DE DOS LOCALIDADES (QUEVEDO Y VENTANAS), DOS AÑOS (2002 Y 2003) Y DE DIEZ TRATAMIENTOS A BASE DE MAÍZ ALTERNADO CON DOS SISTEMAS DE SIEMBRA DE MUCUNA, UREA, ROCA FOSFÓRICA Y ZEOLITA.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Número de mazorcas	Longitud de mazorcas	Peso de mazorcas	Peso de 1000 semillas	Rendimiento
Año	1	6904 **	36,49 **	5553 **	0 ns	19704845 **
Localidad (L)	1	3488 **	83,13 **	77395 **	27710 **	87659667 **
A x L	1	4213 **	4,24 *	7863 **	12 ns	14110448 **
R (L x A)	12	303 **	1,56 *	760 **	200 *	1059562 **
Tratamientos (T)	9	1063 **	8,40 **	4491 **	446 **	9216241 **
T x A	9	121 *	0,89 ns	399 ns	91 ns	1065472 **
T x L	9	105 ns	1,31 ns	854 **	138 ns	1298985 **
T x A x L	9	150 *	0,20 ns	243 ns	113 ns	678574 **
Error	108	62	0,71	233	98	253097
Total	159					
CV(%)		13	5,72	10	4	15
ns = No hay diferencias estadísticas significativas ( $P > 0,05$ ) * = Hay diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ) ** = Hay diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,01$ )						

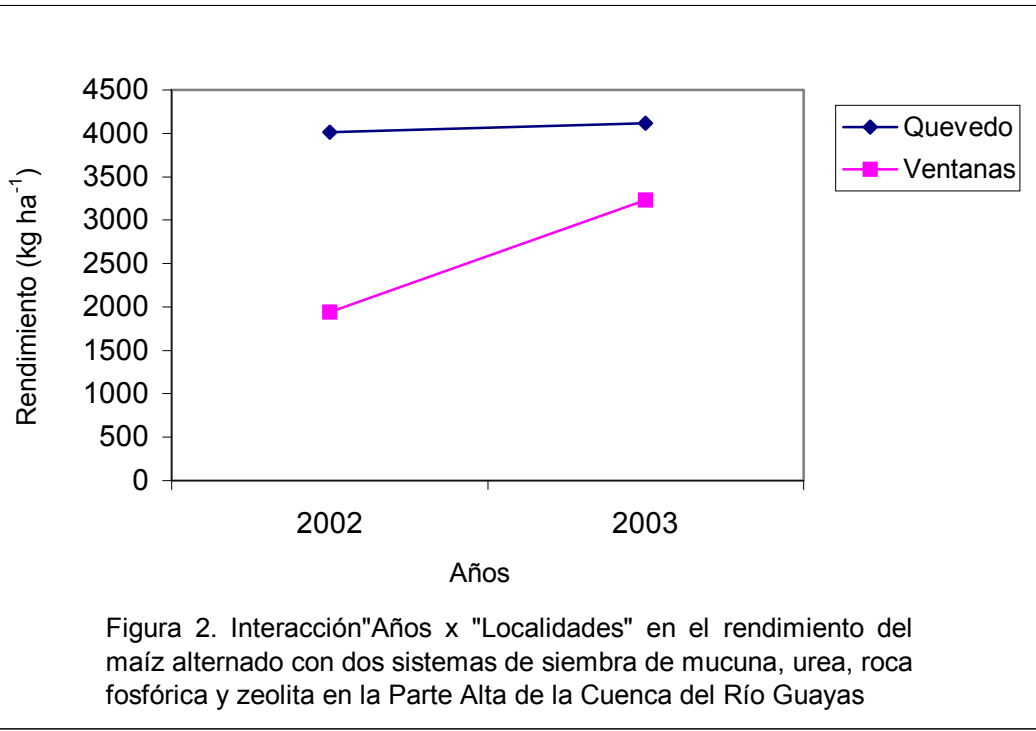
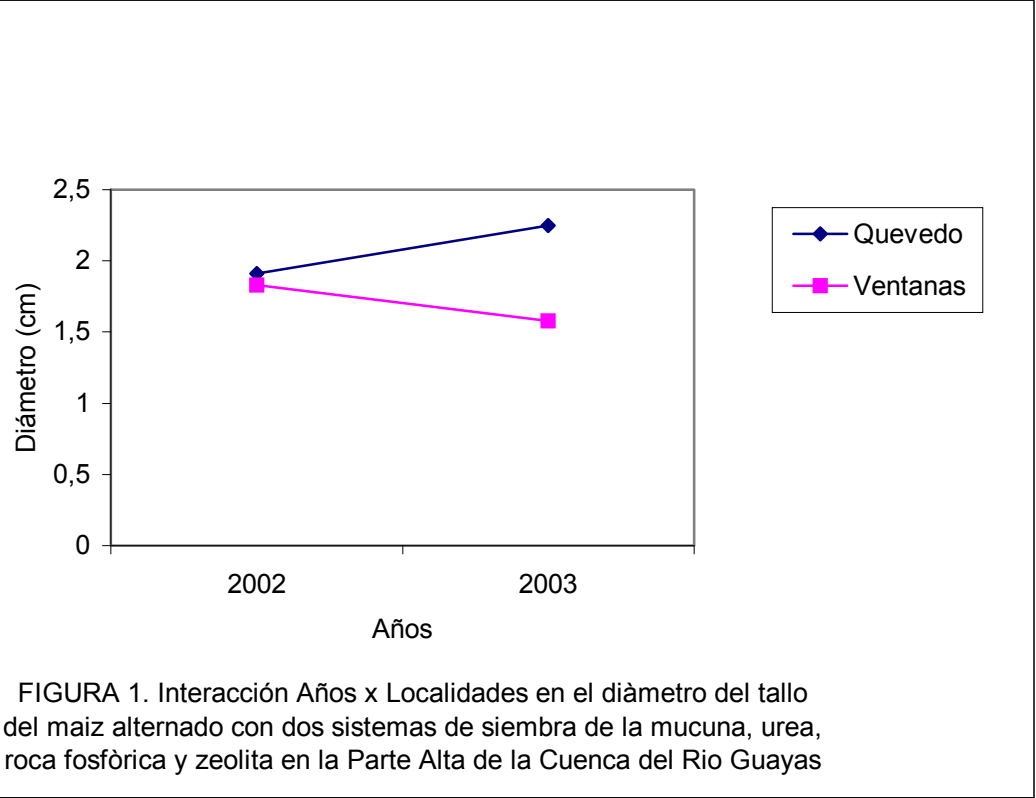
CUADRO 4. EFECTO PROMEDIO EN DOS LOCALIDADES (QUEVEDO Y VENTANAS) Y DOS AÑOS (2002 Y 2003) DE DIEZ TRATAMIENTOS SOBRE ALGUNOS COMPONENTES Y DEL RENDIMIENTO DEL MAÍZ ALTERNADO CON DOS SISTEMAS DE SIEMBRA.

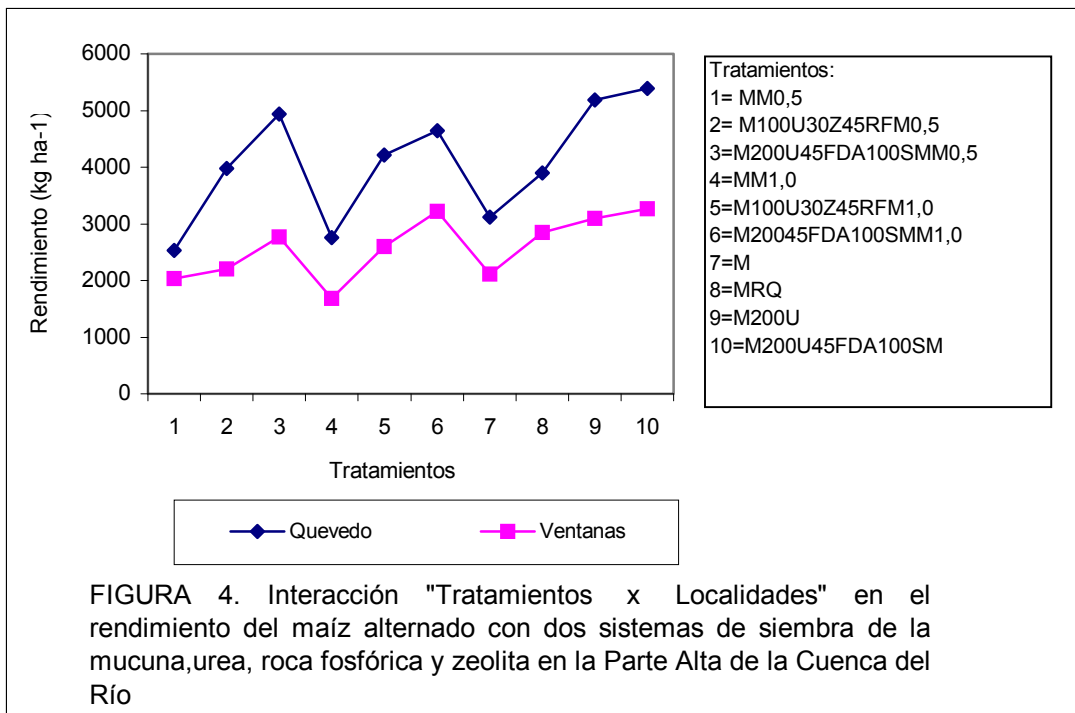
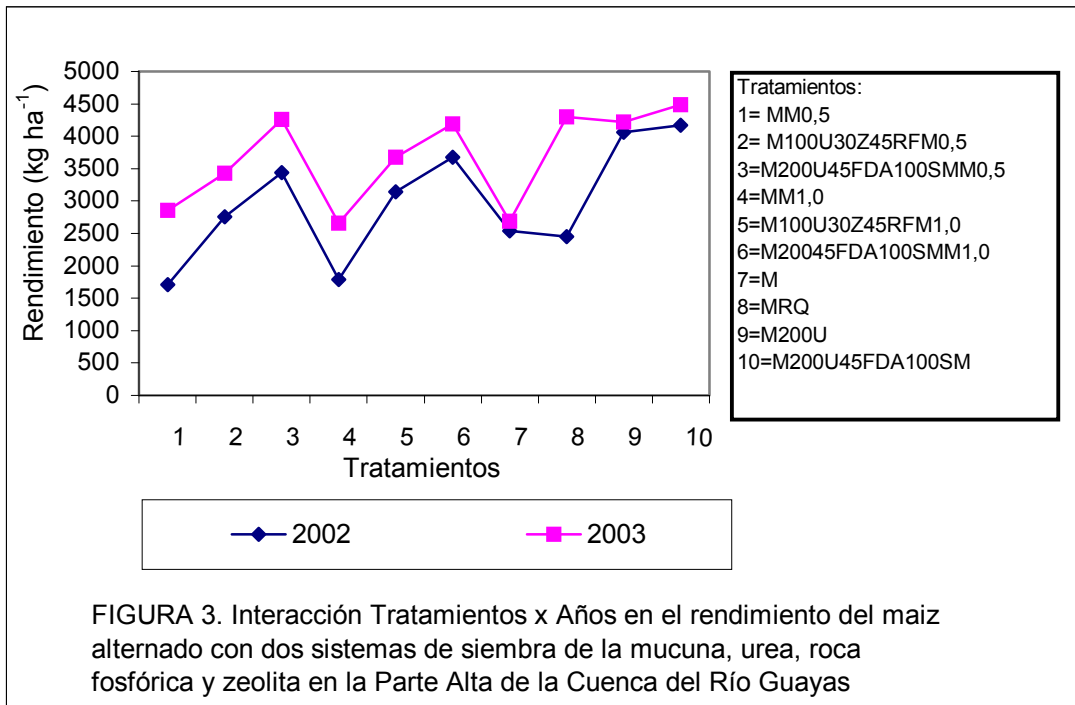
N°	Tratamientos	Número de mazorcas	Longitud de mazorcas (cm)	Peso de mazorcas (g)	Peso de 1000 semillas (g)	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )
1	MM0,5m	48,6 d	13,6 e	125,1 f	275,5 d	2282,9 e
2	M100U+30Z+45RFM0,5m	60,0 bc	14,9 abc	145,3 de	277,0 cd	3092,6 cd
3	M200U+45FD+100SMM0,5m	66,1 ab	15,2 ab	162,3 abcd	288,7 ab	3849,5 ab
4	MM1,0m	51,4 cd	13,9 de	130,6 ef	284,0 abcd	2222,7 e
5	M100U+30Z+45RFM1,0m	64,5 ab	14,6 bcd	148,7 cd	283,9 abcd	3409,2 bc
6	M200U+45FD+100SMM1,0m	70,1 a	15,1 ab	167,2 ab	285,8 abcd	3933,4 ab
7	Maíz solo	57,9 bc	14,1 cde	130,8 ef	280,3 bcd	2613,5 de
8	Maíz, rastrojo quemado+100Urea	64,4 ab	15,1 ab	151,1 bcd	280,8 bcd	3494,9 bc
9	Maíz+200kg ha urea	72,5 a	15,6 a	165,1 abc	287,3 abc	4140,0 a
10	M200U+45FD+100SM	71,3 a	15,7 a	171,5 a	292,4 a	4327,2 a
Promedio		62,7	14,7	149,8	283,6	3324,6
CV(%)		12,6	5,7	10,2	3,5	15,1
* Promedios con letras iguales no presentan diferencias estadísticas significativas según Tukey (P>0,05)						

CUADRO 5. CONTRASTES ORTOGONALES DE GRUPOS DE TRATAMIENTOS DEL RENDIMIENTO PROMEDIO DE DOS LOCALIDADES (QUEVEDO Y VENTANAS) Y DOS AÑOS (2002 Y 2003) DE MAÍZ ALTERNADO EN DOS SISTEMAS DE SIEMBRA CON MUCUNA, UREA, ROCA FOSFÓRICA Y ZEOLITA EN LA PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO GUAYAS.

N°	Contrastes	2002			2003		
		SE	Promedio <sub>1</sub>	Promedio <sub>2</sub>	SE	Promedio <sub>1</sub>	Promedio <sub>2</sub>
1	T 1-6 vs T 7-10	**	2753 b	3305 a	**	3511 b	3923 a
2	T 1-3 vs T 4-6	ns	2634 a	2872 a	ns	3516 a	3505 a
3	T 1 vs T 2 y 3	**	1707 b	3097 a	**	2859 b	3845 a
4	T 2 vs T 3	**	2752 b	3442 a	**	3433 b	4257 a
5	T 4 vs T 5 y 6	**	1790 b	3413 a	**	2655 b	3930 a
6	T 5 vs T 6	*	3147 b	3678 a	ns	3671 a	4189 a
7	T 7 y 8 vs T 9 y 10	**	2494 b	4117 a	**	3496 b	4351 a
8	T 7 vs T 8	ns	2540 a	2447 a	**	2688 b	4303 a
9	T 9 vs T 10	ns	4060 a	4173 a	ns	4220 a	4482 a
CV (%)		15,6			14,7		
SE = Significación estadística <sup>1 y 2</sup> Promedios con letras iguales no presentan diferencias estadísticas significativas según prueba de F (P>0,05) ns = No hay diferencias estadísticas significativas (P>0,05) * = Hay diferencias estadísticas significativas (P<0,05) ** = Hay diferencias estadísticas altamente significativas (P<0,01)							



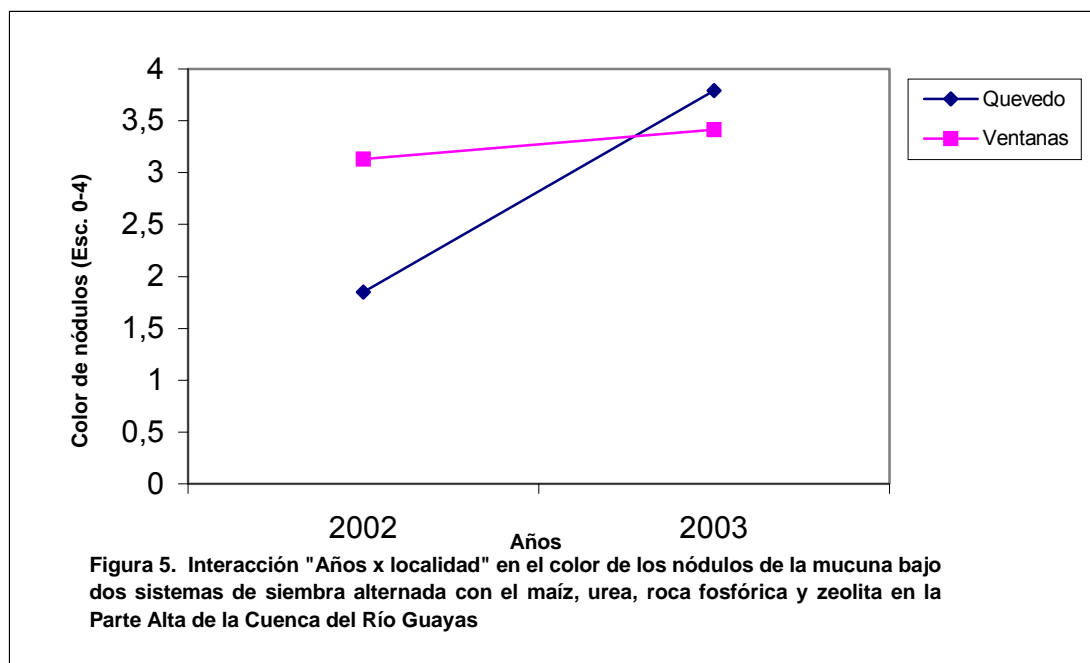




CUADRO 6. CUADRADOS MEDIOS, SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA Y COEFICIENTES DE VARIACIÓN DEL ANÁLISIS COMBINADO EN EL NÚMERO, PESO Y COLOR DE NÓDULOS DE DOS LOCALIDADES (QUEVEDO Y VENTANAS), DOS AÑOS (2002 Y 2003) Y SEIS TRATAMIENTOS A BASE DE MAÍZ ALTERNADO CON DOS SISTEMAS DE SIEMBRA DE MUCUNA, UREA, ROCA FOSFÓRICA Y ZEOLITA EN LA PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO GUAYAS.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Nódulos		
		Número <sup>1</sup>	Peso <sup>1</sup>	Color
Años (A)	1	452,826 **	0,338 ns	29,726 **
Localidades (L)	1	0,006 ns	6,637 **	4,932 **
A x L	1	1,634 ns	1,356 **	16,567 **
R (LA)	12	4,264 **	0,628 ns	0,176 ns
Tratamientos (T)	5	0,375 ns	0,067 ns	0,306 ns
T x A	5	0,753 ns	0,082 ns	0,108 ns
T x L	5	1,325 ns	0,266 ns	0,075 ns
T x A x L	5	1,938 ns	0,183 ns	0,289 ns
Error	60	1,129	0,192	0,217
Total	95			
CV(%)		23,31	27,50	15,31

<sup>1</sup> Datos originales fueron transformados a la raíz cuadrada de x  
 ns = No hay diferencias estadísticas significativas (P>0,05)  
 \* = Hay diferencias estadísticas significativas (P<0,05)  
 \*\* = Hay diferencias estadísticas altamente significativas (P<0,01)



CUADRO 7. RELACIÓN BENEFICIO-COSTO DE DIEZ TRATAMIENTOS DE MAÍZ ALTERNADO CON DOS SISTEMAS DE SIEMBRA DE MUCUNA, UREA, ROCA FOSFÓRICA Y ZEOLITA EN LAS LOCALIDADES DE QUEVEDO Y VENTANAS DURANTE LOS AÑOS 2002 Y 2003.

N°	Tratamientos	2002			2003		
		Quevedo	Ventanas	Prom.	Quevedo	Ventanas	Prom.
1	MM0,5m	57,4	10,7	34,1	83,3	78,4	80,9
2	M100U+30Z+45RFM0,5m	130,7	-10,0	60,4	92,5	61,5	77,0
3	M200U+45FD+100SMM0,5m	147,5	15,4	81,5	122,6	73,2	97,9
4	MM1,0m	66,2	14,3	40,3	101,8	35,5	68,7
5	M100U+30Z+45RFM1,0m	134,9	35,1	85,0	109,1	65,8	87,5
6	M200U+45FD+100SMM1,0m	140,0	49,8	94,9	107,0	84,2	95,6
7	Maíz solo	113,1	46,6	79,9	91,1	54,8	73,0
8	Maíz, rastrojo quemado+100Urea	100,3	46,6	73,5	157,8	113,5	135,7
9	Maíz+200kg ha urea	173,9	66,5	119,8	145,2	80,8	113,0
10	M200U+45FD+100SM	168,0	43,2	105,6	128,9	88,4	108,7

## 7.2. RESULTADO 2: CONTROL DE MALEZAS UTILIZANDO COMO CULTIVO DE COBERTURA A LA MUCUNA

Los cultivos de cobertura son aquellas plantas que se siembran para cubrir el suelo sin importar si en el futuro serán o no incorporadas; pueden servir como abonos verdes, aunque su principal función es la de proteger al suelo de la erosión, lixiviación y evitar la aparición de malezas.

La mucuna se destaca como uno de los cultivos de cobertura más estudiados y fomentados por los científicos y agentes de desarrollo preocupados por la productividad y sostenibilidad de los sistemas agrícolas del mundo en desarrollo.

La mucuna puede ser sembrada intercalada entre las hileras del maíz; este método permite favorecer el control de malezas a través de la cobertura con la finalidad de reducir la competencia de estas con el maíz, costos y bajar la población de semillas de las malas hierbas que contribuya a prevenir en el futuro la presencia de las mismas.

Sobre esta base, se midió el crecimiento y el desarrollo de la mucuna y su efecto sobre la presencia de malezas de hoja angosta y ancha en los tratamientos en los que se incluyó maíz y mucuna intercalada.

En general la cobertura de la mucuna aumentó con la edad del cultivo del maíz (Cuadro 8 y Figura 6). En Ventanas a los 120 días se logró un porcentaje de cobertura mayor al 80 % durante el 2002 (Cuadro 8). En cambio, en el 2003 en la localidad de Quevedo, a los 120 días de edad del maíz, la cobertura de la mucuna disminuyó su crecimiento para luego incrementarlo hasta casi cubrir completamente el terreno (Cuadro 9).

En el 2002 a través del ciclo del cultivo, en Quevedo, disminuyó la incidencia de malezas; de las presentes hubo mayor proliferación de aquellas de hoja angosta en relación con las malezas de hoja ancha. Lo inverso pasó en Ventanas. En ambas localidades, a menor edad del cultivo de maíz y mucuna mayor incidencia de malezas (Figura 7).

En el 2003 la incidencia de malezas de hoja ancha se incrementó hasta los 120 días para luego decaer, demostrando un efecto cuadrático (Figura 8). En tanto, la incidencia de hoja angosta fue lineal y negativa con relación a la cobertura de la mucuna, similar al efecto dado en el 2002 (Figura 9). Por otra parte, aunque parece haber mayor cobertura de la mucuna, donde el maíz no se fertilizó, no se establecen diferencias en relación con la incidencia de malezas que cuando se fertilizó al maíz alternado con mucuna.

Al final del ciclo de la mucuna la incidencia de malezas fue casi nula (cuadros 8 y 9).

**CUADRO 8.** INCIDENCIA DE MALEZAS Y COBERTURA (%) EN DIEZ TRATAMIENTOS A BASE DE MAÍZ ALTERNADO CON DOS SISTEMAS DE SIEMBRA DE MUCUNA, UREA, ROCA FOSFÓRICA Y ZEOLITA EN LA PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO GUAYAS. 2002.

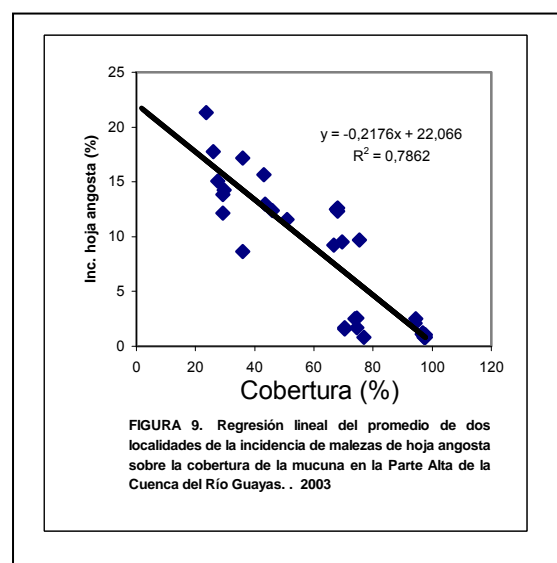
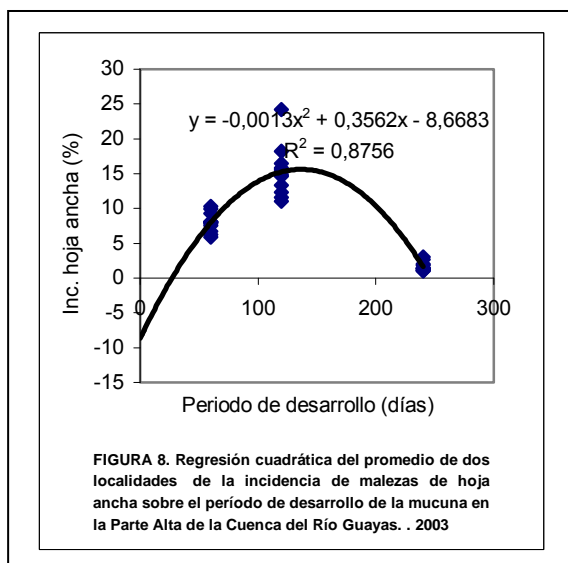
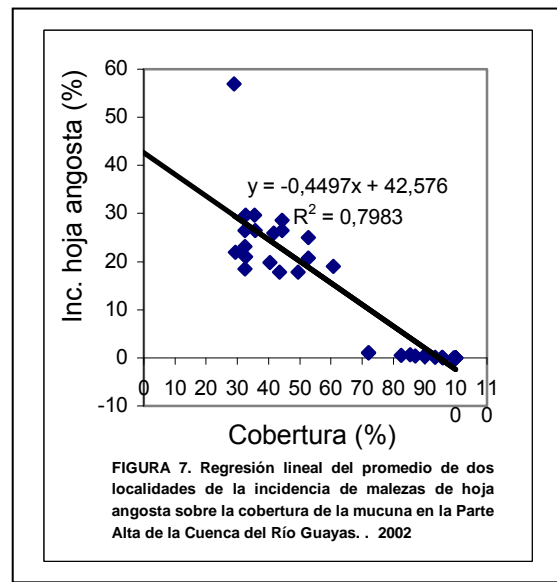
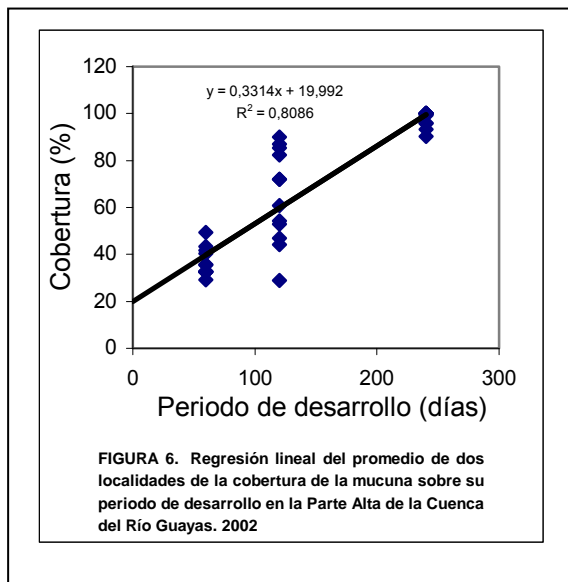
Tratamientos	60 días (%)			120 días (%)			240 días (%)		
	Quev.	Vent.	X	Quev.	Vent.	X	Quev.	Vent.	X
1 Maíz + mucuna a 0,5 m.									
Hoja ancha	9,2	28,0	18,6	0,5	7,2	3,85	0,0	0,3	0,15
Hoja angosta	17,8	19,8	18,8	19,0	0,3	9,65	0,0	0,0	0
Sin cobertura	29,5	11,7	20,6	19,8	2,5	11,15	0,0	0,0	0
Con cobertura de mucuna	<b>43,5</b>	<b>40,5</b>	<b>42</b>	<b>60,7</b>	<b>90,0</b>	<b>75,35</b>	<b>100,0</b>	<b>99,7</b>	<b>99,85</b>
2 Maíz 100 kg urea; 30 kg zeolita y 45 kg RF+ muc. a 0,5 m.									
Hoja ancha	14,4	24,0	19,21	0,4	13,0	6,7	0,0	6,5	3,25
Hoja angosta	18,5	25,9	22,2	28,6	0,5	14,55	0,0	0,6	0,3
Sin cobertura	34,7	8,4	21,54	26,7	4,1	15,4	0,0	2,5	1,25
Con cobertura de mucuna	<b>32,4</b>	<b>41,7</b>	<b>37,1</b>	<b>44,3</b>	<b>82,4</b>	<b>63,35</b>	<b>100,0</b>	<b>90,4</b>	<b>95,2</b>
3 Maíz 200 kg urea; 45 kg FDA; 100 kg Sulfomag+ muc. a 0,5 m.									
Hoja ancha	12,8	22,4	17,58	1,3	7,2	4,25	0,0	0,6	0,3
Hoja angosta	23,2	17,8	20,51	26,5	0,4	13,45	0,0	0,0	0
Sin cobertura	31,4	10,3	20,85	25,4	5,4	15,4	0,0	0,0	0
Con cobertura de mucuna	<b>32,6</b>	<b>49,5</b>	<b>41,1</b>	<b>46,8</b>	<b>87,0</b>	<b>66,9</b>	<b>100,0</b>	<b>99,4</b>	<b>99,7</b>
4 Maíz + mucuna a 1,0 m.									
Hoja ancha	15,2	26,1	20,66	0,2	9,7	4,95	0,0	2,6	1,3
Hoja angosta	21,0	29,7	25,35	20,7	0,6	10,65	0,0	0,0	0
Sin cobertura	31,1	8,7	19,92	26,3	4,3	15,3	0,0	1,5	0,75
Con cobertura de mucuna	<b>32,7</b>	<b>35,5</b>	<b>34,1</b>	<b>52,8</b>	<b>85,4</b>	<b>69,1</b>	<b>100,0</b>	<b>95,9</b>	<b>97,95</b>
5 Maíz 100 kg urea; 30 kg zeolita y 45 kg RF+ muc.a 1,0 m.									
Hoja ancha	6,0	29,2	17,62	1,7	22,7	12,2	0,0	6,3	3,15
Hoja angosta	29,6	26,5	28,07	25,0	1,1	13,05	0,0	0,1	0,05
Sin cobertura	31,6	8,5	20,05	19,1	4,1	11,6	0,0	0,2	0,1
Con cobertura de mucuna	<b>32,8</b>	<b>35,8</b>	<b>34,3</b>	<b>54,2</b>	<b>72,1</b>	<b>63,15</b>	<b>100,0</b>	<b>93,4</b>	<b>96,7</b>
6 Maíz 200 kg urea; 45 kg FDA; 100 kg Sulfomag+ m. a 1,0 m.									
Hoja ancha	12,3	32,5	22,38	0,2	21,7	10,95	0,0	4,0	2
Hoja angosta	22,0	23,8	22,9	57,0	1,1	29,05	0,0	0,0	0
Sin cobertura	36,4	11,2	23,81	13,9	5,1	9,5	0,0	0,3	0,15
Con cobertura de mucuna	<b>29,3</b>	<b>32,5</b>	<b>30,9</b>	<b>28,9</b>	<b>72,1</b>	<b>50,5</b>	<b>100,0</b>	<b>95,7</b>	<b>97,85</b>
7 Maíz solo									
Hoja ancha	13,3	48,1	30,68	2,7	94,0	48,35	2,6	30,3	16,45
Hoja angosta	28,5	36,8	32,65	81,4	2,0	41,7	37,9	0,3	19,1
Sin cobertura	58,2	15,1	36,64	15,9	4,0	9,95	59,5	69,4	64,45
8 Maíz solo con rastrojo quemado									
Hoja ancha	14,5	53,4	33,95	0,2	91,5	45,85	30,0	30,5	30,25
Hoja angosta	27,0	31,0	28,98	90,0	3,3	46,65	40,5	0,3	20,4
Sin cobertura	58,5	15,6	37,03	9,8	5,2	7,5	29,5	69,2	49,35
9 Maíz con 200 kg urea									
Hoja ancha	16,4	46,0	31,21	0,4	91,6	46	0,2	30,3	15,25
Hoja angosta	40,4	33,5	36,93	81,4	3,0	42,2	40,0	0,5	20,25
Sin cobertura	43,2	20,5	31,86	18,2	5,4	11,8	59,8	69,2	64,5
10 Maíz con 200 kg urea; 45 kg FDA; 100 kg Sulfomag									
Hoja ancha	11,0	49,3	30,15	0,0	92,6	46,3	0,7	39,8	20,25
Hoja angosta	56,9	37,2	47,04	98,0	3,0	50,5	54,3	0,7	27,5

Sin cobertura 32,1 13,5 22,81 2,0 4,4 3,2 45,0 59,5 52,25  
**CUADRO 9.** INCIDENCIA DE MALEZAS Y COBERTURA (%) EN DIEZ TRATAMIENTOS A BASE DE MAÍZ ALTERNADO CON DOS SISTEMAS DE SIEMBRA DE MUCUNA, UREA, ROCA FOSFÓRICA Y ZEOLITA EN LA PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO GUAYAS. 2003.

Tratamientos	60 días (%)			120 días (%)			240 días (%)			
	Quev.	Vent.	X	Quev.	Vent.	X	Quev.	Vent.	X	
1 Maíz + mucuna a 0,5 m.										
Hoja ancha		5,92	8,00	6,96	15,84	11,58	13,71	1,00	1,50	1,25
Hoja angosta		11,58	12,50	12,04	15,08	2,50	8,79	1,08	1,25	1,17
Sin cobertura		31,54	11,92	21,73	41,58	11,99	26,79	0,17	0,75	0,46
Con cobertura de mucuna		<b>50,96</b>	<b>67,59</b>	<b>59,28</b>	<b>27,50</b>	<b>73,92</b>	<b>50,71</b>	<b>97,75</b>	<b>96,75</b>	<b>97,25</b>
2 Maíz 100 kg urea; 30 kg zeolita y 45 kg RF+ muc. a 0,5 m.										
Hoja ancha		6,24	6,75	6,50	14,67	18,25	16,46	1,83	2,67	2,25
Hoja angosta		12,37	12,33	12,35	13,83	1,59	7,71	0,84	2,50	1,67
Sin cobertura		35,57	13,00	24,29	42,17	9,75	25,96	0,08	0,42	0,25
Con cobertura de mucuna		<b>45,83</b>	<b>67,92</b>	<b>56,88</b>	<b>29,33</b>	<b>70,42</b>	<b>49,88</b>	<b>97,25</b>	<b>94,42</b>	<b>95,84</b>
3 Maíz 200 kg urea; 45 kg FDA; 100 kg Sulfomag+ muc. a 0,5 m.										
Hoja ancha		7,79	7,59	7,69	15,17	12,34	13,76	1,08	1,08	1,08
Hoja angosta		8,62	9,50	9,06	12,17	0,83	6,50	0,83	0,92	0,88
Sin cobertura		47,71	13,33	30,52	37,25	9,83	23,54	0,34	0,50	0,42
Con cobertura de mucuna		<b>35,88</b>	<b>69,59</b>	<b>52,74</b>	<b>29,17</b>	<b>77,00</b>	<b>53,09</b>	<b>97,75</b>	<b>97,50</b>	<b>97,63</b>
4 Maíz + mucuna a 1,0 m.										
Hoja ancha		8,04	10,33	9,19	16,50	24,17	20,34	1,42	3,08	2,25
Hoja angosta		15,67	9,67	12,67	14,25	2,59	8,42	0,83	2,09	1,46
Sin cobertura		33,17	6,12	19,65	35,20	7,33	21,27	0,25	0,67	0,46
Con cobertura de mucuna		<b>43,13</b>	<b>75,42</b>	<b>59,28</b>	<b>29,58</b>	<b>74,42</b>	<b>52,00</b>	<b>97,50</b>	<b>94,17</b>	<b>95,84</b>
5 Maíz 100 kg urea; 30 kg zeolita y 45 kg RF+ muc.a 1,0 m.										
Hoja ancha		8,08	9,25	8,67	13,33	11,08	12,21	1,17	1,99	1,58
Hoja angosta		12,99	12,59	12,79	21,33	1,67	11,50	1,17	1,09	1,13
Sin cobertura		35,43	10,08	22,76	41,67	13,25	27,46	0,92	0,33	0,63
Con cobertura de mucuna		<b>43,50</b>	<b>68,08</b>	<b>55,79</b>	<b>23,67</b>	<b>74,42</b>	<b>49,05</b>	<b>96,75</b>	<b>96,59</b>	<b>96,67</b>
6 Maíz 200 kg urea; 45 kg FDA; 100 kg Sulfomag+ m. a 1,0 m.										
Hoja ancha		9,96	8,09	9,03	14,83	15,58	15,21	1,42	1,42	1,42
Hoja angosta		17,17	9,25	13,21	17,75	1,67	9,71	1,00	1,08	1,04
Sin cobertura		37,00	16,00	26,50	41,42	12,25	26,84	0,58	0,25	0,42
Con cobertura de mucuna		<b>35,87</b>	<b>66,67</b>	<b>51,27</b>	<b>26,00</b>	<b>70,49</b>	<b>48,25</b>	<b>97,00</b>	<b>97,25</b>	<b>97,13</b>
7 Maíz solo										
Hoja ancha		30,62	39,17	34,90	36,25	74,08	55,17	37,00	64,75	50,88
Hoja angosta		28,83	35,50	32,17	44,08	16,00	30,04	32,25	1,00	16,63
Sin cobertura		40,55	25,33	32,94	19,67	9,92	14,80	30,75	34,25	32,50
8 Maíz solo con rastrojo quemado										
Hoja ancha		22,25	35,42	28,84	23,17	68,67	45,92	37,00	61,75	49,38
Hoja angosta		25,68	33,25	29,47	52,50	11,67	32,09	30,66	0,00	15,33
Sin cobertura		52,07	31,33	41,70	24,33	19,67	22,00	32,34	38,25	35,30
9 Maíz con 200 kg urea				0,00			0,00			0,00
Hoja ancha		32,50	35,59	34,05	24,83	75,67	50,25	35,67	48,09	41,88
Hoja angosta		31,71	36,75	34,23	46,42	11,09	28,76	34,92	1,00	17,96
Sin cobertura		35,79	27,67	31,73	28,75	13,25	21,00	29,42	50,92	40,17
10 Maíz con 200 kg urea; 45 kg FDA; 100 kg Sulfomag										
Hoja ancha		26,00	36,25	31,13	36,75	77,42	57,09	37,25	66,09	51,67
Hoja angosta		30,96	37,33	34,15	53,43	6,08	29,76	35,67	0,00	17,84

Durante el 2002, a los 60 días de la siembra del cultivo del maíz, la incidencia de malezas de hoja angosta y de hoja ancha pasó del 30 % en todos los tratamientos de maíz con mucuna. En este año a la mucuna se la sembró al mismo tiempo que el maíz por lo que este cultivo proporcionó mucha sombra que amortiguó el desarrollo de la mucuna y su efecto sobre las malezas. Durante el 2003 esta situación fue inversa, la mucuna fue sembrada 16 días antes del maíz, lo que le permitió establecerse mejor y controlar las malezas en una forma más efectiva. La sumatoria de la incidencia de hoja angosta y ancha no llegó al 30 %, siendo mayor al 70 % el control de malezas.

En el monocultivo del maíz la incidencia de malezas de hoja angosta y ancha fue mayor, que cuando se alternó a este cultivo con la mucuna.



### 7.3. RESULTADO 3: PRODUCCIÓN DE BIOMASA POR PARTE DE LA MUCUNA Y EL MAÍZ COMO INDICADOR DE SUSTENTABILIDAD DEL SISTEMA

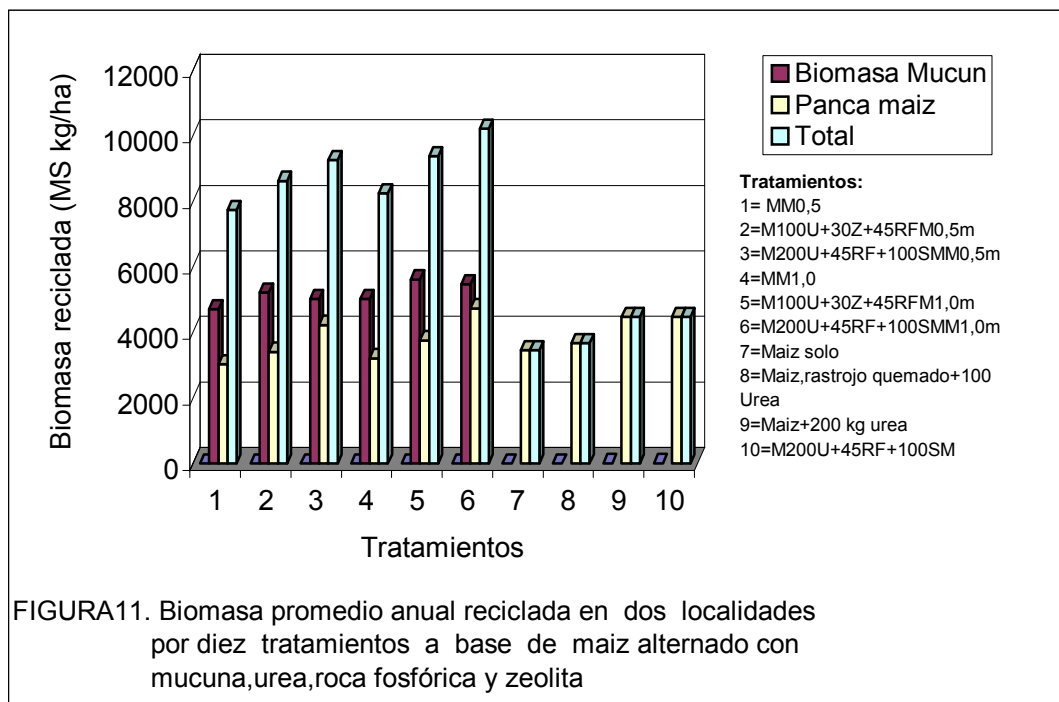
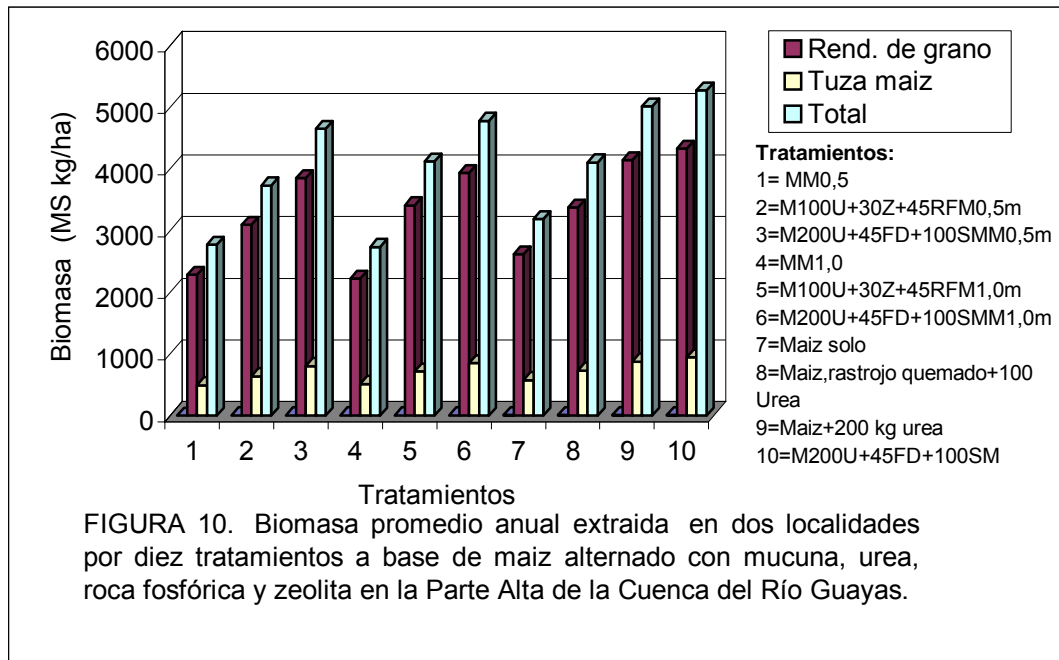
La producción de biomasa extraída y reciclada es un indicador de la sustentabilidad del sistema, dependiendo de la cantidad y de la calidad de la misma. La causa principal del mejoramiento de la fertilidad de los suelos es el mantenimiento de niveles adecuados de materia orgánica del suelo a través de la hojarasca y residuos de tallos, ramas y raíces. Además, la presencia de materia orgánica del suelo tiene efectos positivos sobre las propiedades físicas del suelo, la actividad biológica y la disponibilidad de nutrientes, de allí que, es importante: aumentar el suministro de residuos orgánicos, reducir la proporción de material removido del sistema, reducir la velocidad de descomposición del humus a través del sombreado y acolchado, entre otras cosas.

Aumentar el suministro de materia orgánica del suelo a través de residuos de plantas es una de las ventajas del uso de la mucuna como cultivo intercalado con el maíz.

En la Figura 10, se observa la biomasa extraída, dada por la producción de grano y tuza del maíz. Se logró determinar que la misma, esta en función de la fertilización recibida por el maíz. A mayor fertilización mayor nivel de biomasa extraída. La mayor parte de la biomasa extraída esta dada por el grano del maíz y en menor escala por la tuza.

En la Figura 11 en cambio se puede ver, que la biomasa reciclada, estuvo dada por el follaje que aporta la mucuna y por la panca del maíz. Allí, se determina que ésta, depende del maíz alternado con la mucuna, del grado de fertilización recibida y del monocultivo del maíz. En los sistemas de maíz alternado con mucuna se encontró que a mayor fertilización, mayor biomasa reciclada. Esta es mayor que la del monocultivo. En este último caso, la biomasa reciclada solo depende de la panca del maíz. En tanto que, en los sistemas de cultivo maíz-mucuna depende de los dos cultivos, especialmente de la mucuna que es la que más aporta biomasa. Cuando se consideró solo la biomasa producida por la mucuna, se observó una mayor producción de los tratamientos (T2): "maíz + mucuna 0,5 m + 100 kg ha<sup>-1</sup> de urea + 30 kg ha<sup>-1</sup> de zeolita+ 45 kg ha<sup>-1</sup> de roca fosfórica" y T5: "maíz + mucuna 1,0 m + 100 kg ha<sup>-1</sup> de urea + 30 kg ha<sup>-1</sup> de zeolita+ 45 kg ha<sup>-1</sup> de roca fosfórica" (Figura 11). En Quevedo, durante el 2003, se obtuvieron producciones de biomasa (MS) que pasaron las 10 tm ha<sup>-1</sup> en el tratamiento: "maíz + mucuna 1,0 m + 100 kg ha<sup>-1</sup> de urea + 30 kg ha<sup>-1</sup> de zeolita + 45 kg ha<sup>-1</sup> de roca fosfórica". Por su parte, la panca de maíz se incrementó con la fertilización del maíz (Figura 11). Solo en Quevedo durante el

2002 el tratamiento “maíz + mucuna 1,0 m + 200 kg ha<sup>-1</sup> de urea + 45 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato diamónico + 100 kg ha<sup>-1</sup> de sulfomag” pasaron de la 6 tm ha<sup>-1</sup> de panca de maíz; en cambio, los tratamientos “maíz + 200 kg ha<sup>-1</sup> de urea” y “maíz + 200 kg ha<sup>-1</sup> de urea + 45 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato diamónico + 100 kg ha<sup>-1</sup> de sulfomag” pasaron de la 7 tm ha<sup>-1</sup>.



#### 7.4. RESULTADO 4: FERTILIDAD DEL SUELO Y, EXTRACCIÓN Y RECICLADO DE NUTRIENTES

Los resultados de los análisis de suelo inicial y final del primer año indicaron un mejoramiento del nivel de N del suelo en todas las profundidades estudiadas (0-5; 5-10; 10-20 cm) tanto en Quevedo como en Ventanas.

Esto se observó tanto en los tratamientos de maíz con mucuna como en los testigos de maíz en monocultivo (Cuadro 11). En estos últimos se dejó el suelo en barbecho, durante la época seca, de allí que, esto pudo haber influenciado en el reciclaje de nutrientes, en especial de N y K, por la diversidad de malezas presentes en estas localidades y en ese período de descanso.

Por otra parte, la influencia del reciclaje se concentró en mayor proporción en la parte mas superficial del suelo (0-5 cm). Igual situación se dió para el P en Quevedo (Cuadro 12) y el K en las dos localidades (Cuadro 13).

El pH por su parte sufrió una ligera disminución (Cuadro 14) posiblemente debido al aumento del contenido del azufre (Cuadro 15) que se generó en ambas localidades. Igualmente se incrementaron los contenidos Zn (Ventanas), Cu (Quevedo) y Bo Quevedo y Ventanas) sobre todo en el nivel 0-5 cm del suelo posiblemente como consecuencia del incremento de la fracción orgánica (cuadros 18, 19, 22). Por su parte, el Ca y el Mg mantuvieron sus contenidos (cuadros 16 y 17) y el Fe (Cuadro 20) bajó sus contenidos en Quevedo y el Mn (Cuadro 21) con el monocultivo del maíz.

Como consecuencia de la producción de biomasa extraída y reciclada, se refleja asimismo una cantidad de nutrientes extraídos y reciclados.

Para nutrientes extraídos se encontró la misma tendencia que para biomasa extraída, a mayor nivel de fertilización, mayor extracción de nitrógeno, fósforo y potasio, tanto en el maíz alternado con mucuna como en el monocultivo.

Los nutrientes reciclados estuvieron relacionados con el sistema de siembra. En el maíz alternado con mucuna, se recicló mayor cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio que en el monocultivo del maíz. Solo el fósforo se recicló menos de lo que se extrajo y, esto fue más notable en los monocultivos de maíz (Cuadro 10). De esto se deduce, que el aporte de fósforo al suelo, deberá ser una condición que acompañará la siembra del maíz alternado con mucuna o en el monocultivo en siembras cuyos suelos sean deficitarios de este elemento vital. Los tratamientos que más reciclaron nitrógeno, fósforo y potasio fueron: "Maíz con mucuna alternada + 100 kg ha<sup>-1</sup> de urea + 30 kg ha<sup>-1</sup> de zeolita + 45 kg ha<sup>-1</sup> de roca fosfórica" y "Maíz con mucuna alternada + 200 kg ha<sup>-1</sup> de urea

+ 45 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato diamónico” + 100 kg ha<sup>-1</sup> de Sulfomag”. Especialmente el primero recicló mayor cantidad de nitrógeno y fósforo.

CUADRO 10. NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO EXTRAÍDO Y RECICLADO PROMEDIO DE DOS LOCALIDADES (QUEVEDO Y VENTANAS) Y DOS AÑOS (2002 Y 2003) DE DIEZ TRATAMIENTOS A BASE DE MAÍZ ALTERNADO EN DOS SISTEMAS DE SIEMBRA DE MUCUNA, UREA, ROCA FOSFÓRICA Y ZEOLITA EN LA PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO GUAYAS.

Tratamientos	Nitrógeno (kg ha <sup>-1</sup> )		Fósforo (kg ha <sup>-1</sup> )		Potasio (kg ha <sup>-1</sup> )	
	Extraído	Reciclado	Extraído	Reciclado	Extraído	Reciclado
MM0,5m	85,3	283,5	31,7	21,4	52,2	183,0
M100U+30Z+45RFM0,5m	108,9	326,5	40,5	26,7	64,1	200,2
M200U+45FD+100SMM0,5m	141,1	319,2	55,1	20,6	91,7	202,6
MM1,0m	96,6	303,8	30,5	24,3	52,0	196,1
M100U+30Z+45RFM1,0m	120,2	364,4	45,1	27,4	76,1	230,1
M200U+45FD+100SMM1,0m	136,8	359,5	48,1	24,8	78,3	248,1
Maíz solo	88,6	57,9	35,4	10,8	58,5	69,6
M rastrojo quemado+100Urea	119,7	66,5	48,1	10,0	75,4	86,6
Maíz+200kg ha urea	150,1	82,9	53,7	13,1	88,9	88,4
M200U+45FD+100SM	162,8	82,1	62,4	10,3	96,7	94,6

CUADRO 11. REPORTE DE NITRÓGENO (ppm) DE SUELOS (0-20 cm) AL INICIO Y FINAL DEL PRIMER AÑO DEL ENSAYO CON MAÍZ ALTERNADO CON MUCUNA, UREA, ROCA FOSFORICA Y ZEOLITA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN Y FERTILIDAD DEL SUELO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES EN DOS LOCALIDADES DE LA CUENCA ALTA DEL RIO GUAYAS. ENE. – DIC. DEL 2002\*

Tratamientos	Quevedo					Ventanas				
	Inicial	Final 2002				Inicial	Final 2002			
		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	Prom.		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	Prom.
MM0,5m	10 B	20 B	17 B	17 B	18,0 B	11 B	19 B	15 B	12 B	15,3 B
M100U+30Z+45RFM0,5m	12 B	18 B	17 B	13 B	16,0 B	10 B	17 B	13 B	12 B	14,0 B
M200U+45FD+100SMM0,5m	11 B	18 B	15 B	14 B	15,6 B	7 B	19 B	16 B	13 B	16,0 B
MM1,0m	11 B	18 B	16 B	14 B	16,0 B	8 B	17 B	13 B	10 B	13,3 B
M100U+30Z+45RFM1,0m	12 B	17 B	16 B	15 B	16,0 B	7 B	19 B	13 B	11 B	14,3 B
M200U+45FD+100SMM1,0m	12 B	19 B	18 B	19 B	18,6 B	8 B	17 B	13 B	9 B	13,0 B
Maíz solo	11 B	17 B	23 B	17 B	19,0 B	7 B	15 B	13 B	8 B	12,0 B
M rastrojo quemado+100Urea	10 B	16 B	15 B	16 B	15,6 B	10 B	15 B	14 B	10 B	13,0 B
Maíz+200kg ha urea	11 B	19 B	17 B	17 B	17,6 B	8 B	20 B	13 B	10 B	14,3 B
M200U+45FD+100SM	10 B	17 B	17 B	17 B	17,0 B	8 B	19 B	13 B	12 B	14,6 B

\*B = Bajo  
M = Medio  
A = Alto

CUADRO 12. REPORTE DE FOSFORO (ppm) DE SUELOS (0-20 cm) AL INICIO Y FINAL DEL PRIMER AÑO DEL ENSAYO CON MAÍZ ALTERNADO CON MUCUNA, UREA, ROCA FOSFORICA Y ZEOLITA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN Y FERTILIDAD DEL SUELO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES EN DOS LOCALIDADES DE LA CUENCA ALTA DEL RIO GUAYAS. ENE. – DIC. DEL 2002\*

Tratamientos	Quevedo					Ventanas				
	Inicial	Final 2002				Inicial	Final 2002			
		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	Prom.		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	Prom.
MM0,5m	20 A	17 A	13 M	12 M	14,0 M	4 B	5 B	4 B	4 B	4,3 B
M100U+30Z+45RFM0,5m	18 A	20 A	15 A	11 M	15,3 A	4 B	3 B	3 B	3 B	3,0 B
M200U+45FD+100SMM0,5m	19 A	16 A	11 M	7 B	11,3 M	3 B	3 B	3 B	4 B	3,3 B
MM1,0m	20 A	22 A	16 A	13 M	17,0 A	4 B	3 B	3 B	4 B	3,3 B
M100U+30Z+45RFM1,0m	19 A	17 A	13 M	12 M	14,0 M	3 B	3 B	5 B	4 B	4,0 B
M200U+45FD+100SMM1,0m	20 A	19 A	14 M	10 M	14,3 M	4 B	4 B	4 B	5 B	4,3 B
Maíz solo	25 A	16 A	9 M	9 M	11,3 M	3 B	4 B	3 B	4 B	3,6 B
M rastrojo quemado+100Urea	21 A	16 A	12 M	11 M	13,0 M	4 B	3 B	3 B	4 B	3,3 B
Maíz+200kg ha urea	26 A	24 A	19 A	15 A	19,3 A	4 B	4 B	3 B	5 B	4,0 B
M200U+45FD+100SM	18 A	15 A	11 M	9 M	11,6 M	3 B	3 B	3 B	4 B	3,3 B

\*B = Bajo  
M = Medio  
A = Alto

CUADRO 13. REPORTE DE POTASIO (meq/100ml) DE SUELOS (0-20 cm) AL INICIO Y FINAL DEL PRIMER AÑO DEL ENSAYO CON MAÍZ ALTERNADO CON MUCUNA, UREA, ROCA FOSFORICA Y ZEOLITA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN Y FERTILIDAD DEL SUELO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES EN DOS LOCALIDADES DE LA CUENCA ALTA DEL RIO GUAYAS. ENE. – DIC. DEL 2002\*

Tratamientos	Quevedo					Ventanas				
	Inicial	Final 2002				Inicial	Final 2002			
		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	Prom.		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	Prom.
MM0,5m	0,90 A	0,88 A	0,65 A	0,67 A	0,73 A	0,25 M	0,34 M	0,23 M	0,25 M	0,27 M
M100U+30Z+45RFM0,5m	0,76 A	0,91 A	0,65 A	0,66 A	0,74 A	0,32 M	0,38 M	0,34 M	0,32 M	0,34 M
M200U+45FD+100SMM0,5m	0,87 A	0,93 A	0,60 A	0,71 A	0,74 A	0,42 A	0,35 M	0,29 M	0,28 M	0,30 M
MM1,0m	0,87 A	1,02 A	0,67 A	0,66 A	0,78 A	0,43 A	0,40 A	0,33 M	0,30 M	0,34 M
M100U+30Z+45RFM1,0m	0,84 A	0,92 A	0,63 A	0,64 A	0,73 A	0,28 M	0,43 A	0,32 M	0,29 M	0,34 M
M200U+45FD+100SMM1,0m	0,86 A	0,89 A	0,67 A	0,65 A	0,73 A	0,32 M	0,40 A	0,29 M	0,24 M	0,31 M
Maíz solo	0,89 A	0,94 A	0,67 A	0,65 A	0,75 A	0,43 A	0,59 A	0,42 A	0,41 A	0,47 A
M rastrojo quemado+100Urea	0,92 A	0,83 A	0,67 A	0,66 A	0,72 A	0,46 A	0,68 A	0,49 A	0,46 A	0,54 A
Maíz+200kg ha urea	0,85 A	1,01 A	0,58 A	0,61 A	0,73 A	0,48 A	0,42 A	0,32 M	0,37 M	0,37 M
M200U+45FD+100SM	0,99 A	0,89 A	0,64 A	0,67 A	0,73 A	0,31 M	0,38 M	0,28 M	0,28 M	0,31 M

\*B = Bajo  
M = Medio  
A = Alto

CUADRO 14. REPORTE DE pH DE SUELOS (0-20 cm) AL INICIO Y FINAL DEL PRIMER AÑO DEL ENSAYO CON MAÍZ ALTERNADO CON MUCUNA, UREA, ROCA FOSFORICA Y ZEOLITA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN Y FERTILIDAD DEL SUELO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES EN DOS LOCALIDADES DE LA CUENCA ALTA DEL RIO GUAYAS. ENE. – DIC. DEL 2002\*

Tratamientos	Quevedo					Ventanas				
	Inicial	Final 2002				Inicial	Final 2002			
		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	Prom.		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	Prom.
MM0,5m	5,8 MeAc	5,5 Ac	5,6 MeAc	5,7 MeAc	5,6 MeAc	5,3 Ac	4,9 MAc	5,1 Ac	5,2 Ac	5,1 Ac
M100U+30Z+45RFM0,5m	6,1 LAc	5,6 MeAc	5,7 MeAc	5,8 MeAc	5,7 MeAc	5,3 Ac	5,3 Ac	5,3 Ac	5,5 Ac	5,4 Ac
M200U+45FD+100SMM0,5m	5,9 MeAc	5,5 Ac	5,6 MeAc	5,6 MeAc	5,6 MeAc	5,6 MeAc	5,1 Ac	5,1 Ac	5,3 Ac	5,2 Ac
MM1,0m	5,8 MeAc	5,7 MeAc	5,7 MeAc	5,8 MeAc	5,7 MeAc	5,4 Ac	5,1 Ac	5,3 Ac	5,4 Ac	5,3 Ac
M100U+30Z+45RFM1,0m	5,7 MeAc	5,6 MeAc	5,7 MeAc	5,6 MeAc	5,6 MeAc	5,5 Ac	4,9 MAc	5,3 Ac	5,2 Ac	5,1 Ac
M200U+45FD+100SMM1,0m	5,8 MeAc	5,6 MeAc	5,7 MeAc	5,6 MeAc	5,6 MeAc	5,6 MeAc	4,9 MAc	5,1 Ac	5,3 Ac	5,1 Ac
Maíz solo	5,7 MeAc	5,7 MeAc	5,9 MeAc	5,8 MeAc	5,8 MeAc	5,5 Ac	5,3 Ac	5,3 Ac	5,4 Ac	5,3 Ac
M rastrojo quemado+100Urea	5,9 MeAc	5,7 MeAc	5,8 MeAc	5,9 MeAc	5,8 MeAc	5,5 Ac	5,2 Ac	5,3 Ac	5,4 Ac	5,3 Ac
Maíz+200kg ha urea	5,7 MeAc	5,8 MeAc	5,7 MeAc	5,8 MeAc	5,7 MeAc	5,4 Ac	5,1 Ac	5,3 Ac	5,4 Ac	5,3 Ac
M200U+45FD+100SM	5,9 MeAc	5,8 MeAc	5,9 MeAc	5,9 MeAc	5,9 MeAc	5,2 Ac	5,3 Ac	5,3 Ac	5,3 Ac	5,3 Ac

\*MAc = Muy Acido

Ac = Acido

MeAc = Media Acido

LAc = Ligeramente Acido

CUADRO 15. REPORTE DE AZUFRE (ppm) DE SUELOS (0-20 cm) AL INICIO Y FINAL DEL PRIMER AÑO DEL ENSAYO CON MAÍZ ALTERNADO CON MUCUNA, UREA, ROCA FOSFORICA Y ZEOLITA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN Y FERTILIDAD DEL SUELO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES EN DOS LOCALIDADES DE LA CUENCA ALTA DEL RIO GUAYAS. ENE. – DIC. DEL 2002\*

Tratamientos	Quevedo					Ventanas				
	Inicial	Final 2002				Inicial	Final 2002			
		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	Prom.		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	Prom.
MM0,5m	11 M	17 A	11 M	13 A	13,6 A	9 M	18 A	12 M	13 A	14,3 A
M100U+30Z+45RFM0,5m	9 M	17 A	14 A	13 A	14,6 A	9 M	14 A	13 A	10 M	12,3 A
M200U+45FD+100SMM0,5m	9 M	16 A	13 A	14 A	14,3 A	10 M	14 A	14 A	12 M	13,3 A
MM1,0m	11 M	14 A	14 A	15 A	14,3 A	10 M	17 A	12 M	11 M	13,3 A
M100U+30Z+45RFM1,0m	9 M	16 A	15 A	14 A	15,0 A	10 M	18 A	10 M	10 M	12,6 A
M200U+45FD+100SMM1,0m	9 M	18 A	14 A	12 M	14,6 A	10 M	18 A	15 A	10 M	14,3 A
Maíz solo	9 M	18 A	15 A	13 A	15,3 A	12 A	17 A	12 M	11 M	13,3 A
M rastrojo quemado+100Urea	10 M	18 A	13 A	15 A	15,3 A	10 M	15 A	12 M	8 M	11,6 M
Maíz+200kg ha urea	10 M	16 A	16 A	13 A	15,0 A	11 M	15 A	11 M	10 M	12,0 A
M200U+45FD+100SM	10 M	16 A	13 A	12 M	13,6 A	12 A	14 A	13 A	10 M	12,3 A

\*B = Bajo  
M = Medio  
A = Alto

CUADRO 16. REPORTE DE CALCIO (meq/100ml) DE SUELOS (0-20 cm) AL INICIO Y FINAL DEL PRIMER AÑO DEL ENSAYO CON MAÍZ ALTERNADO CON MUCUNA, UREA, ROCA FOSFORICA Y ZEOLITA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN Y FERTILIDAD DEL SUELO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES EN DOS LOCALIDADES DE LA CUENCA ALTA DEL RIO GUAYAS. ENE. – DIC. DEL 2002\*

Tratamientos	Quevedo					Ventanas				
	Inicial	Final 2002				Inicial	Final 2002			
		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	Prom.		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	Prom.
MM0,5m	12 A	10 A	10 A	11 A	10,3 A	11 A	12 A	10 A	11 A	11,0 A
M100U+30Z+45RFM0,5m	10 A	11 A	11 A	11 A	11,0 A	13 A	13 A	10 A	10 A	11,0 A
M200U+45FD+100SMM0,5m	11 A	10 A	11 A	11 A	10,6 A	10 A	12 A	10 A	26 A	16,0 A
MM1,0m	11 A	10 A	11 A	11 A	10,6 A	11 A	12 A	10 A	11 A	11,0 A
M100U+30Z+45RFM1,0m	11 A	10 A	11 A	10 A	10,3 A	10 A	12 A	12 A	10 A	11,3 A
M200U+45FD+100SMM1,0m	10 A	10 A	10 A	11 A	10,3 A	10 A	11 A	9 A	10 A	10,0 A
Maíz solo	10 A	10 A	10 A	11 A	10,3 A	11 A	11 A	9 A	10 A	10,0 A
M rastrojo quemado+100Urea	10 A	10 A	11 A	11 A	10,6 A	10 A	11 A	10 A	9 A	10,0 A
Maíz+200kg ha urea	11 A	11 A	10 A	11 A	10,6 A	12 A	11 A	10 A	10 A	10,3 A
M200U+45FD+100SM	11 A	11 A	12 A	11 A	11,3 A	10 A	12 A	11 A	6 M	9,6 A

\*B = Bajo  
M = Medio  
A = Alto

CUADRO 17. REPORTE DE MAGNESIO (meq/100ml) DE SUELOS (0-20 cm) AL INICIO Y FINAL DEL PRIMER AÑO DEL ENSAYO CON MAÍZ ALTERNADO CON MUCUNA, UREA, ROCA FOSFORICA Y ZEOLITA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN Y FERTILIDAD DEL SUELO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES EN DOS LOCALIDADES DE LA CUENCA ALTA DEL RIO GUAYAS. ENE. – DIC. DEL 2002\*

Tratamientos	Quevedo					Ventanas				
	Inicial	Final 2002				Inicial	Final 2002			
		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	Prom.		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	Prom.
MM0,5m	1,1 B	1,2 B	1,3 B	1,2 B	1,2 B	2,7 A	2,7 A	2,6 A	2,8 A	2,7 A
M100U+30Z+45RFM0,5m	1,1 B	1,3 B	1,2 B	1,2 B	1,2 B	2,7 A	2,8 A	2,7 A	2,6 A	2,7 A
M200U+45FD+100SMM0,5m	1,2 B	1,2 B	1,3 B	1,2 B	1,2 B	2,6 A	2,6 A	2,4 A	4,2 A	3,1 A
MM1,0m	1,2 B	1,2 B	1,2 B	1,2 B	1,2 B	2,6 A	2,8 A	2,6 A	2,6 A	2,6 A
M100U+30Z+45RFM1,0m	1,2 B	1,2 B	1,3 B	1,2 B	1,2 B	2,6 A	2,7 A	2,7 A	2,7 A	2,7 A
M200U+45FD+100SMM1,0m	1,2 B	1,2 B	1,2 B	1,2 B	1,2 B	2,4 A	2,6 A	2,4 A	2,4 A	2,5 A
Maíz solo	1,2 B	1,2 B	1,2 B	1,4 B	1,3 B	2,6 A	2,7 A	2,4 A	2,6 A	2,5 A
M rastrojo quemado+100Urea	1,3 B	1,2 B	1,2 B	1,3 B	1,2 B	2,5 A	2,6 A	2,5 A	2,1 M	2,4 A
Maíz+200kg ha urea	1,3 B	1,3 B	1,7 M	1,3 B	1,4 B	2,9 A	2,4 A	2,4 A	2,3 M	2,4 A
M200U+45FD+100SM	1,3 B	1,3 B	1,2 B	1,2 B	1,2 B	2,4 A	2,8 A	2,7 A	2,6 A	2,7 A

\*B = Bajo  
M = Medio  
A = Alto

CUADRO 18. REPORTE DE ZINC (ppm) DE SUELOS (0-20 cm) AL INICIO Y FINAL DEL PRIMER AÑO DEL ENSAYO CON MAÍZ

ALTERNADO CON MUCUNA, UREA, ROCA FOSFORICA Y ZEOLITA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN Y FERTILIDAD DEL SUELO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES EN DOS LOCALIDADES DE LA CUENCA ALTA DEL RIO GUAYAS. ENE. – DIC. DEL 2002\*

Tratamientos	Quevedo					Ventanas				
	Inicial	Final 2002				Inicial	Final 2002			
		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	Prom.		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	Prom.
MM0,5m	6,1 M	4,8 M	4,9 M	5,1 M	4,9 M	6,6 M	9,5 A	6,5 M	5,7 M	7,2 A
M100U+30Z+45RFM0,5m	6,0 M	5,3 M	5,0 M	5,1 M	5,1 M	7,8 A	10,1 A	6,9 M	5,8 M	7,6 A
M200U+45FD+100SMM0,5m	6,3 M	4,7 M	4,9 M	5,0 M	4,8 M	6,6 M	9,2 A	7,3 A	6,2 M	7,6 A
MM1,0m	6,3 M	5,1 M	5,0 M	5,1 M	5,1 M	12,2 A	9,1 A	7,1 A	6,6 M	7,6 A
M100U+30Z+45RFM1,0m	5,9 M	4,5 M	5,1 M	4,5 M	4,7 M	7,2 A	9,3 A	5,2 M	6,1 M	6,9 M
M200U+45FD+100SMM1,0m	6,3 M	4,9 M	5,4 M	4,6 M	4,9 M	9,2 A	9,2 A	7,1 A	6,7 M	7,6 A
Maíz solo	5,9 M	4,8 M	4,7 M	4,9 M	4,8 M	7,3 A	8,6 A	6,6 M	6,5 M	7,2 A
M rastrojo quemado+100Urea	6,6 M	5,1 M	5,4 M	5,2 M	5,2 M	10,8 A	10,0 A	9,2 A	8,2 A	9,1 A
Maíz+200kg ha urea	7,1 A	5,8 M	5,4 M	5,8 M	5,6 M	8,2 A	8,8 A	8,1 A	6,7 M	7,9 A
M200U+45FD+100SM	6,2 M	5,0 M	5,4 M	5,6 M	5,3 M	8,5 A	9,0 A	6,2 M	5,7 M	6,9 M

\*B = Bajo  
M = Medio  
A = Alto

CUADRO 19. REPORTE DE COBRE (ppm) DE SUELOS (0-20 cm) AL INICIO Y FINAL DEL PRIMER AÑO DEL ENSAYO CON MAÍZ ALTERNADO CON MUCUNA, UREA, ROCA FOSFORICA Y ZEOLITA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN

Y FERTILIDAD DEL SUELO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES EN DOS LOCALIDADES DE LA CUENCA ALTA DEL RIO GUAYAS. ENE. – DIC. DEL 2002\*

Tratamientos	Quevedo					Ventanas				
	Inicial	Final 2002				Inicial	Final 2002			
		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	Prom.		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	Prom.
MM0,5m	8,5 A	9,0 A	8,2 A	10,1 A	9,1 A	12,1 A	9,3 A	10,8 A	10,2 A	10,1 A
M100U+30Z+45RFM0,5m	8,5 A	9,5 A	10,3 A	10,3 A	10,0 A	12,8 A	10,0 A	11,8 A	10,1 A	10,6 A
M200U+45FD+100SMM0,5m	8,8 A	8,3 A	10,0 A	9,5 A	9,3 A	13,6 A	9,8 A	11,4 A	11,8 A	11,0 A
MM1,0m	9,2 A	8,7 A	9,9 A	9,5 A	9,4 A	13,8 A	9,7 A	11,6 A	12,6 A	11,3 A
M100U+30Z+45RFM1,0m	8,8 A	7,9 A	10,2 A	9,0 A	9,0 A	13,7 A	9,1 A	11,7 A	11,4 A	10,7 A
M200U+45FD+100SMM1,0m	9,0 A	8,6 A	10,7 A	9,8 A	9,7 A	12,7 A	9,6 A	12,2 A	12,0 A	11,3 A
Maíz solo	8,4 A	8,2 A	9,2 A	9,4 A	8,9 A	14,4 A	10,2 A	11,9 A	13,2 A	11,8 A
M rastrojo quemado+100Urea	9,5 A	8,4 A	10,1 A	10,2 A	9,6 A	14,4 A	10,3 A	12,1 A	11,8 A	11,4 A
Maíz+200kg ha urea	10,0 A	9,4 A	9,8 A	9,5 A	9,6 A	14,3 A	9,6 A	12,8 A	12,1 A	11,5 A
M200U+45FD+100SM	8,9 A	9,5 A	10,2 A	9,4 A	9,7 A	14,4 A	8,8 A	10,4 A	9,9 A	9,7 A

\*B = Bajo  
M = Medio  
A = Alto

CUADRO 20. REPORTE DE HIERRO (ppm) DE SUELOS (0-20 cm) AL INICIO Y FINAL DEL PRIMER AÑO DEL ENSAYO CON MAÍZ ALTERNADO CON MUCUNA, UREA, ROCA FOSFORICA Y ZEOLITA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN Y FERTILIDAD DEL SUELO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES EN DOS LOCALIDADES DE LA

CUENCA ALTA DEL RIO GUAYAS. ENE. – DIC. DEL 2002\*

Tratamientos	Quevedo					Ventanas				
	Inicial	Final 2002				Inicial	Final 2002			
		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	Prom.		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	Prom.
MM0,5m	133 A	138 A	134 A	148 A	140,0 A	178 A	185 A	168 A	158 A	170,3 A
M100U+30Z+45RFM0,5m	127 A	138 A	137 A	140 A	138,3 A	175 A	190 A	156 A	136 A	160,6 A
M200U+45FD+100SMM0,5m	147 A	127 A	134 A	133 A	131,3 A	158 A	196 A	172 A	168 A	178,6 A
MM1,0m	149 A	132 A	132 A	135 A	133,0 A	162 A	171 A	155 A	153 A	159,6 A
M100U+30Z+45RFM1,0m	149 A	123 A	132 A	135 A	130,0 A	159 A	187 A	149 A	170 A	168,6 A
M200U+45FD+100SMM1,0m	143 A	134 A	143 A	140 A	139,0 A	170 A	169 A	157 A	158 A	161,3 A
Maíz solo	139 A	121 A	124 A	132 A	125,6 A	167 A	166 A	159 A	169 A	164,6 A
M rastrojo quemado+100Urea	149 A	127 A	140 A	145 A	137,3 A	180 A	169 A	171 A	157 A	165,6 A
Maíz+200kg ha urea	180 A	142 A	142 A	139 A	141,0 A	203 A	162 A	165 A	149 A	158,6 A
M200U+45FD+100SM	132 A	122 A	131 A	134 A	129,0 A	156 A	183 A	170 A	174 A	175,6 A

\*B = Bajo  
M = Medio  
A = Alto

CUADRO 21. REPORTE DE MANGANESO (ppm) DE SUELOS (0-20 cm) AL INICIO Y FINAL DEL PRIMER AÑO DEL ENSAYO CON MAÍZ ALTERNADO CON MUCUNA, UREA, ROCA FOSFORICA Y ZEOLITA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN Y FERTILIDAD DEL SUELO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES EN DOS LOCALIDADES DE LA CUENCA ALTA DEL RIO GUAYAS. ENE. – DIC. DEL 2002\*

Tratamientos	Quevedo					Ventanas				
	Inicial	Final 2002				Inicial	Final 2002			
		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	Prom.		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	Prom.
MM0,5m	13,9 M	14,7 M	12,7 M	12,0 M	13,1 M	75,5 A	63,8 A	23,5 A	28,4 A	38,5 A
M100U+30Z+45RFM0,5m	11,8 M	13,9 M	12,1 M	10,5 M	12,1 M	72,1 A	52,2 A	35,0 A	27,2 A	38,1 A
M200U+45FD+100SMM0,5m	13,8 M	14,0 M	11,8 M	9,9 M	11,9 M	81,8 A	58,3 A	39,8 A	40,6 A	46,2 A
MM1,0m	12,4 M	15,8 A	13,8 M	11,4 M	13,6 M	83,3 A	51,3 A	29,1 A	34,8 A	38,4 A
M100U+30Z+45RFM1,0m	15,3 A	12,4 M	10,2 M	9,5 M	10,7 M	71,0 A	55,9 A	27,4 A	40,6 A	41,3 A
M200U+45FD+100SMM1,0m	11,3 M	15,5 A	13,1 M	11,8 M	13,4 M	73,4 A	52,0 A	32,6 A	27,8 A	37,4 A
Maíz solo	13,7 M	10,9 M	8,4 M	6,1 M	8,5 M	79,4 A	39,6 A	32,0 A	39,7 A	37,1 A
M rastrojo quemado+100Urea	14,4 M	12,3 M	11,9 M	10,1 M	11,4 M	83,7 A	42,3 A	29,6 A	47,9 A	39,9 A
Maíz+200kg ha urea	17,9 A	14,9 M	12,8 M	11,6 M	13,1 M	65,3 A	46,9 A	37,3 A	50,2 A	44,8 A
M200U+45FD+100SM	13,6 M	12,5 M	9,4 M	7,1 M	9,6 M	93,4 A	40,6 A	29,7 A	42,3 A	37,5 A

\*B = Bajo  
M = Medio  
A = Alto

CUADRO 22. REPORTE DE BORO (ppm) DE SUELOS (0-20 cm) AL INICIO Y FINAL DEL PRIMER AÑO DEL ENSAYO CON MAÍZ ALTERNADO CON MUCUNA, UREA, ROCA FOSFORICA Y ZEOLITA PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN Y FERTILIDAD DEL SUELO DE PEQUEÑOS PRODUCTORES EN DOS LOCALIDADES DE LA CUENCA ALTA DEL RIO GUAYAS. ENE. – DIC. DEL 2002\*

Tratamientos	Quevedo					Ventanas				
	Inicial	Final 2002				Inicial	Final 2002			
		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	Prom.		0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm	Prom.
MM0,5m	0,35 M	2,80 A	1,42 A	1,05 A	2,75 A	0,82 A	2,99 A	2,72 A	1,28 A	2,33 A
M100U+30Z+45RFM0,5m	0,61 A	2,31 A	1,33 A	1,52 A	1,72 A	1,42 A	3,54 A	2,00 A	0,76 A	2,10 A
M200U+45FD+100SMM0,5m	0,72 A	2,17 A	1,38 A	2,88 A	2,14 A	1,32 A	2,96 A	1,66 A	1,66 A	2,09 A
MM1,0m	0,84 A	2,19 A	1,53 A	2,48 A	2,06 A	0,62 A	3,19 A	1,82 A	1,47 A	2,16 A
M100U+30Z+45RFM1,0m	0,92 A	2,87 A	1,56 A	2,23 A	2,22 A	1,09 A	4,42 A	0,94 A	1,89 A	2,41 A
M200U+45FD+100SMM1,0m	1,76 A	2,08 A	1,10 A	1,89 A	1,69 A	1,59 A	4,09 A	1,76 A	1,22 A	2,35 A
Maíz solo	1,55 A	2,51 A	1,25 A	0,88 A	1,54 A	1,24 A	3,21 A	1,97 A	0,70 A	1,96 A
M rastrojo quemado+100Urea	1,51 A	1,85 A	1,27 A	0,73 A	1,28 A	1,45 A	3,30 A	1,58 A	0,74 A	1,87 A
Maíz+200kg ha urea	1,42 A	2,03 A	1,03 A	1,31 A	1,45 A	1,58 A	3,52 A	1,44 A	0,82 A	1,92 A
M200U+45FD+100SM	1,24 A	1,56 A	1,03 A	0,85 A	1,14 A	1,93 A	2,49 A	1,17 A	0,56 A	1,41 A

\*B = Bajo  
M = Medio  
A = Alto

## 7.5. RESULTADO 5: DIFUSIÓN SOBRE LA IMPLEMENTACION DE LA TECNOLOGÍA

Para la difusión de la tecnología se involucró al Departamento de Transferencia de Tecnología de la UTEQ (DETTEC), además de actividades demostrativas como días de campo en Balzar, Ventanas y Quevedo; informes de resultados de los años uno y dos y reuniones con grupos de pequeños agricultores (grupo meta) y el grupo de referencia.

### *Reunión con el grupo de referencia*

En la ciudad de Quevedo el 3 de abril del 2002 y el 12 de marzo del 2003, se realizaron reuniones con el Grupo de Referencia del Proyecto-PROMSA, las sugerencias de los miembros fueron:

- Buscar intercambio de información sobre mucuna con otras instituciones del país.
- En este tipo de investigaciones se debe considerar los transferencistas del PROMSA para a través de ellos llegar al grupo meta.
- En el análisis final se debe realizar una evaluación de los costos directos e indirectos (costo total) y los egresos para establecer el rendimiento financiero, la cantidad de mano de obra utilizada y qué riesgos pueden ocurrir y la posibilidad de poder controlar el riesgo o proteger el proyecto
- Multiplicar semilla para poner a disposición de los agricultores como promoción en los días de campo.
- Involucrar a más productores de la zona y difundir los beneficios del follaje.
- Unificación de parte de los investigadores con el Departamento de Extensión para el intercambio de información.
- Se considera que el efecto de la nodulación sobre la fijación del nitrógeno atmosférico no se da durante el ciclo del cultivo si no que se ve en el siguiente ciclo dado que, los nódulos se mantienen hasta el final del cultivo.
- Durante la reunión surgió la siguiente interrogante: ¿por qué se sembraba la mucuna antes que el maíz si los agricultores lo hacen después de los 50 días de la siembra del maíz?.- La siembra anticipada de la mucuna se debe a que se trata que ésta se establezca y cubra el suelo a fin de controlar las malezas desde el inicio del cultivo del maíz, evitar la aplicación de

herbicidas y produzca un efecto benéfico como leguminosa que es en el crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz.

### **Días de campo**

Se realizaron tres días de campo (Quevedo, Balzar y Ventanas). En las siguientes fechas: 20 y 27 de abril y 18 de mayo del 2002, respectivamente. El objetivo principal de los días de campo fue dar a conocer al grupo meta (pequeños productores de maíz) como se va llevando a cabo la investigación y obtener de ellos sugerencias sobre la investigación y de las futuras que se realicen.

Asistieron 35, 18 y 20 agricultores en Quevedo, Balzar y Ventanas, respectivamente. De los que asistieron al ensayo de Quevedo fueron agricultores de maíz, entre los que constaban miembros y presidentes de las asociaciones “El Pechiche”, “La Yuca”, “Nuevo Renacer”, “30 de Junio”, “Las Tecas”, “Tropezón”, “Nueva Unión”, “Nuevo Lechugal” (Mocache), “15 de Agosto”, “8 de Marzo” y Cuatro mangas-Buena Fe.

En la localidad de Balzar visitaron el ensayo agricultores del Recinto “La Guayaquil” y “El Porvenir”.

En la localidad de Ventanas visitaron el ensayo representantes del Grupo de Referencia: Ing. Agr. Wilfrido Escobar, responsable de transferencia de tecnología de la UTEQ y agricultores del Recinto “Lechugal”.

Las sugerencias sobre la investigación por parte de los asistentes a los días de campo fueron entre otras las siguientes:

- Que se investigue la asociación de mucuna intercalada con otros cultivos.
- Que se establezca el ensayo en terrenos con pendientes.
- Que se instalen ensayos en las fincas de pequeños productores.
- Sembrar la mucuna en el cultivo de maíz, cuando éste tenga entre 60 a 70 días de edad con la finalidad de evitar gastos por manejo de la mucuna.
- Se sugiere hacer investigaciones en agricultura orgánica (uso de insecticidas orgánicos, manejo de herbicidas naturales) ya que aún hay tiempo de recuperar o mantener el equilibrio ecológico.

### **Seminario**

El miércoles 17 de diciembre del 2003 se realizó un seminario con técnicos, estudiantes, pequeños y medianos productores de maíz de la zona de influencia de la UTEQ (Quevedo, Ventanas, El Empalme, Mocache), para presentar los resultados de los trabajos que se han ejecutado durante los años 2002 y 2003 referente al uso de la mucuna como cultivo de cobertura

intercalado con el maíz. Al evento asistieron 22 productores, 12 profesionales, 2 egresados y 47 estudiantes de las diferentes facultades de la UTEQ.

Para efectos de evaluar el evento se elaboró un formulario de preguntas, el mismo que se aplicó a una muestra representativa de los asistentes (15 personas) de la cual se destacan los siguientes resultados:

- El 27% de los encuestados conocen la mucuna como un cultivo que mejora los suelos. El 73% restante no conocen esta leguminosa y no han tenido referencia al respecto.
- El 100% de los encuestados manifestaron que la Universidad Técnica Estatal de Quevedo está realizando trabajos de investigación que servirán para que los productores mejoren sus suelos y su rentabilidad, especialmente en el cultivo de maíz.
- En cuanto a la opinión sobre la información que la UTEQ a través de la Unidad de Investigación (UI) les presentó indicaron que es positiva, valiosa, interesante, orientadora y apropiada.
- Las recomendaciones que hicieron los encuestados sobre futuros trabajos que la UTEQ debe emprender fueron las siguientes:
  1. Realizar trabajos con los productores, ya que esta es una manera de acercarse más al campo y conocer su realidad.
  2. Investigar con mucuna gris.
  3. La información debe ser entregada en el campo a mayor número de productores que no pudieron asistir al evento.
  4. Difundir y realizar este tipo de investigación en otros cantones de la provincia.

## **Publicaciones**

Se ha realizado un tríptico titulado: “**La mucuna un cultivo de cobertura**”. El objetivo de esta publicación fue la de dar a conocer la mucuna; sus características; efectos sobre el suelo, planta y animal y su manejo como cultivo de cobertura y las experiencias obtenidas a través de la presente investigación y de otras realizadas por la Unidad de Investigación de la UTEQ.

Además, se ha publicado en la Revista de Investigación de la UTEQ, un artículo científico titulado: “**Maíz alternado con mucuna (*mucuna spp*) mas**

**fertilización para el incremento del rendimiento, control de malezas y reciclaje de nutrientes para pequeños productores de la Parte Alta de la Cuenca del Río Guayas”.**

Se ha presentado un Informe Técnico del Primer Año y un Informe Técnico del Segundo Año de la Investigación.

Está proyectado realizar el Informe Técnico Final y una publicación técnica titulada: **"Evaluación de la mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita para el incremento de la producción y fertilidad del suelo de pequeños productores de maíz"**.

## **8. SITUACIÓN INICIAL Y SITUACIÓN FINAL DEL GRUPO META**

### **8.1. SITUACIÓN INICIAL**

Con la finalidad de conocer la realidad de los pequeños y medianos productores de maíz de la zona de influencia de la zona maicera de la Parte Alta de la Cuenca del Río Guayas y para la definición del Grupo Meta del proyecto al inicio de la investigación se procedió a realizar una encuesta a 49 productores de las localidades de Quevedo, Ventanas y Balzar.

Se encuestaron a 16 productores en las localidades de Quevedo y Ventanas, respectivamente por localidad y 17 productores en Balzar. En estas localidades del 50 al 73 % de los productores tienen una producción de maíz que oscila entre  $2727 \text{ kg ha}^{-1}$  y  $3636 \text{ kg ha}^{-1}$ .

En Balzar los suelos se encuentran más degradados que en las otras localidades; sin embargo, los rendimientos promedios son mayores y están en el orden de los  $3409 \text{ kg ha}^{-1}$ , lo cual está relacionado con una mayor utilización de insumos (fertilizantes, herbicidas e insecticidas).

En todas las localidades se presentan las malas hierbas entre las principales y comunes están: “caminadora” (*Rottboella exaltata*) y paja de burro (*Eleusine indica*).

Solo en Quevedo (31%) y Balzar (53 %) conocían a la mucuna como cultivo de cobertura y mejorador de los suelos. Y solo en Balzar en un 12 % la han cultivado asociada con el maíz. y no conocen ninguna institución que se dedique a fomentarla.

## 8.2. SITUACIÓN FINAL

Como producto de la difusión de los resultados hay un marcado interés de parte de los productores por conocer a la mucuna e investigarla como un elemento de sus sistemas de producción que permita mejorar sus suelos. Manifiestan poner a disposición sus propiedades para que se realicen ensayos de investigación y sus resultados sean difundidos a un mayor número de productores.

Todos los productores de las tres localidades están interesados en conocer los resultados de la investigación que la UTEQ a través de PROMSA está ejecutando (maíz intercalado con mucuna), sobre todo por que de acuerdo a lo que se les indicó el proyecto pretende mejorar los suelos y ahorrar en el uso de fertilizantes y herbicidas, lo cual les pareció muy interesante y prometedor.

De acuerdo a los resultados encontrados a la fecha los mejores rendimientos y rentabilidad están asociados al incremento de la fertilización; se reconoce una menor incidencia de malezas, dependiendo de la cobertura que se establezca aunque al final la mucuna termina cubriendo al suelo en un 95 % evitando así la proliferación de las malas hierbas.

También, se reconoce un mejoramiento del suelo como producto del mayor aporte de biomasa del sistema maíz-mucuna, aunque no hay que desmerecer el aporte que se da en la época de barbecho (periodo seco) en el monocultivo por la diversidad de malezas que se establecen y luego se incorporan al suelo. De los macro elementos solo el fósforo se recicla menos de lo que se extrae. De allí que, habrá que incorporar este elemento al suelo o establecer otra especie que contribuya a evitar la deficiencia del mismo.

## 9. ESTIMACIÓN DE EFECTOS E IMPACTOS

- El maíz alternado con mucuna incrementó su rendimiento con la fertilización; asimismo, influenció en el mejoramiento de la producción de un año a otro como producto del reciclado de nutrientes y de la fijación de nitrógeno atmosférico. Se espera que bajos niveles de fertilización a base de urea y roca fosfórica contribuyan a una producción sostenida del maíz que asegure una mejor rentabilidad para el pequeño productor.
  
- El rendimiento y la rentabilidad del maíz asociado no fue mayor que las del maíz en monocultivo con niveles altos de fertilizantes posiblemente por una competencia entre los integrantes del sistema que tendería a

reducirse con la utilización continuada de esta asociación. El mejoramiento del suelo, de los rendimientos y de la rentabilidad se estima sería a mediano plazo con relación al monocultivo del maíz fertilizado con altos niveles de urea.

## **10. PRODUCTOS DEL PROYECTO**

### **a. TRIPTICO**

- La mucuna un cultivo de cobertura

### **b. TESIS DE GRADO**

RAMOS T., E. 2004. Evaluación de la mucuna, urea, roca fosfórica y zeolita para el incremento de la producción y fertilidad del suelo de pequeños productores de maíz de la zona de Quevedo. Tesis Ingeniero Agrónomo. Fac. CC. AA. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador. 65 p.

### **c. ARTICULO**

- Maíz alternado con mucuna (*Mucuna spp*) más fertilización para el incremento del rendimiento, control de malezas y reciclaje de nutrientes para pequeños productores de la parte alta de la Cuenca del Río Guayas. 2003. In: Revista de Investigación UTEQ (En prensa).

### **d. CAPACITACION**

- Entrenamiento en establecimiento, manejo y toma de datos de investigación.

Evento	Fecha	Asistentes			
		Estudiantes	Profesionales	Productores	Total
Reunión Grupo de Referencia	03/04/02	0	9	6	15
Día de campo	20/04/02	0	9	26	35
Día de campo	27/04/02	0	8	10	18
Día de campo	18/05/02	0	12	8	20
Reunión Grupo de Referencia	12/03/03	0	19	5	24
Seminario	17/12/03	49	12	22	83
Total		49	69	77	195

## 11. LOGROS ADICIONALES

Como consecuencia de la implementación del presente estudio en las localidades de Quevedo, Ventanas y Balzar se plantearon otras investigaciones de maíz con mucuna. Se determinó el efecto de la fertilización a base de urea más zeolita e investigaciones tendientes a determinar la fecha más oportuna de siembra de la mucuna con relación al maíz. Además, se estudiaron arreglos (simples o dobles) de siembra de la mucuna intercalada con el maíz. Como producto de las cuales se ha podido determinar el efecto positivo sobre el rendimiento del maíz de la fertilización, uso de zeolita, hileras dobles y siembra de la mucuna a los 16 días antes de la siembra del maíz y 45 días después de la siembra del maíz.

## 12. LIMITACIONES EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO Y SOLUCIONES

- Una de las limitaciones fue no contar con las suficientes facilidades de transporte, ya que a pesar de existir un rubro para el pago del mismo este es muy bajo y no cubría los costos que se requieren para alquilar un mejor vehículo que diera mas seguridad y facilidades al personal de investigación.
- Otra limitación fue el establecimiento de los ensayos en los terrenos de los pequeños productores ya que hay serias dificultades por el pequeño tamaño de sus propiedades que no permite seleccionar un buen terreno

para realizar las investigaciones; además, hay inestabilidad en la continuidad de la investigación debido a que existen cambios en las decisiones de los propietarios sobre el manejo de sus suelos (arriendan a otros o no desean seguir apoyando la investigación). También existe el riesgo de que los ensayos se vean afectados por el ataque de aves de corral de fincas vecinas, robos, etc.

## 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### a. CONCLUSIONES

- Los sistemas de siembra del maíz alternado con mucuna sin y con fertilizantes afectan la floración, diámetro y altura de la planta del maíz.
- Con la aplicación de fertilizantes se mejoraron los componentes y el rendimiento por hectárea. Siendo notable esta situación en el monocultivo del maíz.
- El maíz alternado con mucuna con bajos niveles de urea más zeolita y roca fosfórica constituyen el tratamiento que estimuló el rendimiento del maíz a los niveles esperados.
- En Ventanas se incrementó el rendimiento de un año para otro.
- La mucuna manifiesta un grado de competencia negativa en el período inicial del maíz.
- No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los sistemas alternados de siembra (0,5 y 1,0 m) de la mucuna con el maíz.
- El maíz alternado con mucuna produjo menos que el maíz en monocultivo.
- El rendimiento y la rentabilidad del maíz alternado con mucuna se incrementa de un año a otro. Para el caso de la rentabilidad no se lograron los incrementos previstos ( 100%).
- El número de nódulos y la actividad de las bacterias nitrificantes mejora de un año a otro.

- Por lo general, la cobertura se incrementa con el período de desarrollo de los cultivos y disminuye la incidencia de malezas, sobre todo de hoja angosta. El control de la malezas por parte de la cobertura de la mucuna pasa el 70 % durante el ciclo del maíz.
- En el monocultivo del maíz la incidencia de malezas de hoja angosta y ancha es notablemente mayor hasta los 120 días que en el maíz alternado con mucuna.
- En promedio a mayor nivel de fertilización mayor biomasa y nutrientes extraídos.
- Mayor reciclado de biomasa de la mucuna se encontró con el tratamiento “maíz + mucuna 1,0 m + 100 kg ha<sup>-1</sup> de urea + 30 kg ha<sup>-1</sup> de zeolita + 45 kg ha<sup>-1</sup> de roca fosfórica”.
- Se obtuvieron producciones de biomasa (MS) que pasaron las 10 tm ha<sup>-1</sup> en el tratamiento: “maíz + mucuna 1,0 m + 100 kg ha<sup>-1</sup> de urea + 30 kg ha<sup>-1</sup> de zeolita + 45 kg ha<sup>-1</sup> de roca fosfórica”
- El tratamiento: “maíz + mucuna 1,0 m + 200 kg ha<sup>-1</sup> de urea + 45 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato diamónico + 100 kg ha de sulfomag” pasaron de las 6 tm ha<sup>-1</sup> de panca de maíz ; en cambio, los tratamientos: “maíz + 200 kg ha<sup>-1</sup> de urea” y “maíz + 200 kg ha<sup>-1</sup> de urea + 45 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato diamónico + 100 kg ha<sup>-1</sup> de sulfomag” pasaron de las 7 tm ha<sup>-1</sup>.
- Los sistemas de siembra de maíz alternado con mucuna reciclan mayor biomasa y nutrientes que el monocultivo del maíz.
- Tanto en los sistemas de siembra de maíz alternado con mucuna como en el monocultivo del maíz hay menor reciclado de fósforo, en especial en el monocultivo del maíz.
- El N, P, K, S, Zinc, Cu y Bo aumentaron en la parte superior del suelo (0-5 cm), debido al reciclado de biomasa de los sistemas de siembra de maíz alternado con mucuna y de las malezas en los monocultivos. El Ca y el Mg se mantienen en los niveles iniciales.

## **b. RECOMENDACIONES**

- Estudiar poblaciones de microorganismos y tasa de descomposición de la materia orgánica de la mucuna.
- Evaluar la capacidad fijadora de nitrógeno de cepas nativas de bacterias asociadas con la mucuna y la diversidad microbiana en suelos sembrados con mucuna y maíz.
- La aplicación de fósforo deberá ser una recomendación indispensable en la siembra de maíz alternado con mucuna o en monocultivo para suelos deficientes en este elemento.

#### 14. LITERATURA CONSULTADA

BUCKLES, D; TRIOMPHE, B; SAIN, G. 1999. Los cultivos de cobertura En la agricultura en laderas: Innovación de los agricultores con Mucuna. IDRC/CRDI:CIID-Montevideo, Uruguay. 230 p. Consultado 14 de marzo del 2001. Disponible en: <http://www.idrc.ca/books/focus/881/chap01.html>.

CIDICCO, 1991. Informe de los primeros resultados obtenidos con la Utilización del frijol terciopelo (mucuna spp) en la finca Monte Líbano. Choluteca Honduras. Consultado el 27 de octubre del 2000. Disponible en: <http://rds.org.hn/miembros/cidicco/informes.htm>

ESTRADA O., H.L. 1989. Efecto de la cobertura de frijol abono (*Stizolobium deerengianum*) sobre el control de maleza y rendimiento del maíz. SERPT/ICTA. Honduras. 7p.

FLORES, M. 1996. ¿Qué entiende por cultivos de cobertura y abonos verdes? En línea CIDICCO, Honduras. Consultado el 11 de enero del 2001. Disponible en <http://rds.org.hn/miembros/cidicco/inf14.htm>.

FLORES, M. 2000. Mucuna como alimento y concentrado: Usos actuales y el camino por delante. CIDICCO. Consultado el 30 de octubre del 2000. Disponible en <http://rds.org.hn/miembros/cidicco/legumino.htm>

GARCÍA V.,O. et al. 2001. Los abonos verdes una alternativa para controlar malezas en el cultivo del maíz. Infoagro. s.l. 8 p.

PALADINES, M. O. 1992. Metodología de pastizales. Serie Metodológica Manual no. 1: Pastos y forrajes, Proyecto de fomento ganadero (PROFOGAN), MAG., GTZ. Quito-Ecuador, 219 p.

POOL N., L. et al. 1998. Frijol terciopelo, cultivo de cobertura en la agricultura Chol del Valle del Tulipa, Chiapas, Mex. Terra. 16 (4): 359 – 369.

REYES, L; GAMBOA, J. 1991. Efecto de la materia orgánica en la solubilidad de la roca fosfórica. Rev. Agron. (Maracay) 17:381-395. Consultado el 25 de junio del 2001. Disponible en: <http://www.redpav-fpolar.info.ve/fagro/v171a290.html>.

TOLEDO, J.; SCHULTZER, R. 1982. Metodología para la evaluación Agronómica de pastos tropicales. In manual para la evaluación agronómica. (Serie CIAT 07SG-1882).

ZIVADINOVIC, B. 2001. Efecto de zeolitas en el rendimiento y calidad de pastos, flores, frutas y verduras de ciclo corto. Machala-Ecuador. s/p

## **15. FECHA Y FIRMA DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL**

Quevedo, 10 de Febrero del 2004

Firma:

Ing. Agr. M. C. Gorky Díaz C.  
Investigador Principal  
Proyecto IG-CV-110

