

# *Respuestas a la Aplicación de Fertilizantes en los Maicillos Criollos*

*Edmilia Guzmán M.<sup>1</sup>*

## INTRODUCCION

En El Salvador, el Ministerio de Agricultura y Ganadería por medio del Centro de Tecnología Agrícola, así como diversas empresas privadas, han tratado de introducir diversas variedades de sorgo, sin embargo ha sido muy poca la adopción; la resistencia a la adopción se debe a muchos factores, los más importantes son la rusticidad del maicillo criollo, lo cual le ha permitido adaptarse a condiciones adversas de suelo y clima (sequía); otro factor digno de tomarse en cuenta es la calidad del grano para consumo humano en forma de tortillas.

Es así que se observó en la última estadística, cosecha 1985-86 (Cuadro 1) que de 114,380 ha cultivadas de sorgo, 101,500 ha se utilizaron para maicillos criollos, lo que equivale al 89% de la superficie total cultivada de sorgo. Hay que hacer notar que los rendimientos de los maicillos en promedio fueron de 1.07 t/ha y los de los sorgos mejorados fueron de 1.64 t ha<sup>-1</sup>.

Generalmente el maicillo se siembra en el sistema maíz-maicillo y prácticamente el agricultor le brinda toda la atención al maíz, y mientras que mucho del maicillo mejorado se cultiva en monocultivo, y con mejor asistencia técnica, a eso puede deberse la diferencia en rendimiento.

Para encontrar respuesta a estas interrogantes el CENTA ha llevado a cabo una serie de ensayos para evaluar la respuesta de los maicillos criollos a la aplicación de fertilizantes y determinar en las condiciones del agricultor si se puede incrementar los rendimientos con el suplemento de los nutrimentos adecuados.

---

<sup>1</sup> Ingeniero Agrónomo, M.C. Jefe Departamento Investigaciones Especiales, CENTA-MAG., Apartado Postal 885, San Salvador, El Salvador.

Cuadro 1. Superficie sembrada, producción y rendimiento de maicillos criollos y sorgos mejorados por región en 1985 y 1986.

REGION	TOTAL			MAICILLOS CRIOLLOS			SORGO MEJORADO		
	Superficie (Mz)	Producción (qq)	Rendim. (qq/Mz)	Superficie (Mz)	Producción (qq)	Rendim. (qq/Mz)	Superficie (Mz)	Producción (qq)	Rendim. (qq/Mz)
<u>1985</u>									
I	56,000	1,032,400	18.4	50,500	857,400	17.0	5,500	175,000	31.8
II	34,000	680,000	20.0	28,900	558,300	19.3	5,100	121,700	23.9
III	16,300	280,100	17.2	13,100	198,200	15.1	3,200	81,900	25.6
IV	57,100	890,300	15.6	52,500	805,200	15.3	4,600	85,100	18.5
TOTAL	163,400	2,882.800	17.6	145,000	2,419.100	16.7	18,400	463,700	25.2
<u>1986</u>									
I	56,000	1,032,400	18.4	33,400	668,000	20.0	22,600	364,000	16.1
II	34,000	680,000	20.0	8,800	217,300	24.7	25,200	462,700	18.4
III	16,300	890,300	15.6	16,000	83,300	24.5	41,100	196,800	15.3
IV	57,100	890,300	15.6	16,000	283,200	17.7	41,100	607,100	14.8
TOTAL	163,400	2,882.800	17.6	61,600	1,251.800	20.3	101,800	1,631.000	16.0

## DESCRIPCION DEL SISTEMA

La distribución del sistema maíz asociado con maicillo coincide en una alta proporción con la distribución geográfica de la canícula, tratando con esto de obtener, con el maicillo alguna producción en el caso de que el maíz se vea afectado en su rendimiento. Las labores más importantes del sistema maíz/maicillo (sorgo) están influenciadas cronológicamente por las condiciones climáticas que prevalecen en el área y en el año agrícola.

Las principales labores son: preparación del suelo, siembra del maíz y primera fertilización, primera limpia, segunda fertilización (siembra del sorgo) segunda limpia, dobla de maíz, cosecha de maíz, desgrane del maíz, cosecha del sorgo y aporreo del sorgo. El material que queda del sorgo en el campo es utilizado para alimentación del ganado.

Como se observa a pesar de ser un sistema, el agricultor de toda su asistencia al cultivo del maíz, el maicillo es sembrado por lo general a los 22-25 días después de haber sembrado el maíz y permanece más o menos 68 días bajo la sombra de éste con una tasa de crecimiento promedio de 1 cm por día. El maicillo se siembra en medio de las calles del maíz y se coloca 3 a 5 semillas por "golpe" ya que se hace con chuzo o macana, no se hace ninguna lagor a excepción de los deshierbos.

En cuanto a la fertilización el agricultor la dirige únicamente al maíz aplicado en términos generales  $39 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrógeno y  $17 \text{ kg ha}^{-1}$  de fósforo (P) a la siembra en forma de la fórmula compuesta más común en El Salvador (20-20-0) el aporreo, 22-25 días después de sembrado el maíz hace una segunda fertilización con  $42 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrógeno.

Poca es la competencia que puede hacer el maicillo, ya que debido a que tiene crecimiento lento por falta de luz solar, no está capacitado a asimilar grandes cantidades de nutrimentos de los pocos aplicados al maíz.

Cuando el maíz se dobla es que el maicillo inicia su crecimiento acelerado, si es que no existen problemas de lluvia

como en el año 1982 y 1987 en donde las canículas perjudicaron gravemente al maicillo.

Si las condiciones climáticas prevalecientes son adecuadas, en esta época creemos que debería efectuarse la fertilización al maicillo. Sin embargo, en términos generales el agricultor no fertiliza el maicillo por varias razones, en primer lugar por falta de recursos económicos, luego por tradición y por último por que aduce que el fertilizante no incrementa el rendimiento de grano aunque sí el de follaje, pero que puede provocar "acame" o volteo, adicionalmente el agricultor está convencido de que el maicillo utiliza parte del fertilizante aplicado al maíz.

### CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS UTILIZADOS PARA LA SIEMBRA DEL MAICILLO CRIOLLO

Rico, 1982 presentó una distribución de los paisajes naturales o grandes paisajes de El Salvador, e indicó en el mismo, la localización de las áreas en donde se concentra el sistema maíz-sorgo, utilizando sorgo criollo en el sistema.

En la zona señalada se observa que el paisaje que predomina es el complejo interior de montañas y cerros. Es un sistema heterogéneo más por su dispersión que por su composición. Por su composición se agrupan en dos: las de origen básico o ácido de acuerdo a su contenido de sílice.

Las rocas básicas de bajo contenido de sílice conforman aquellos cerros originados de materiales basálticos o colados de lava basáltica y adesítica, que por su fácil intemperización han dado origen a aquellos suelos arcillosos rojos de variable profundidad de acuerdo al grado de erosión, así como su variable pedregosidad reunidos entre los alfisoles e inceptisoles y algunos molesoles. Las rocas ácidas conforman en su mayoría montañas y cerros originados de tobas y lavas claras de alto contenido de sílice, debido a su acelerada erosión, tienen suelos muy superficiales de baja capacidad de retención de humedad son suelos que se han agrupado en las ordenes de los entisoles e inceptisoles.

La erosión en estas áreas se manifiesta muy severa, por lo que los cultivos de maíz y maicillo que es el principal sistema, sufren la frecuencia de las canículas.

En general los suelos son de color rojizo con piedras en la superficie, drenaje rápido en la superficie, los suelos presentan capas inferiores constituidas por materiales basálticos lo que ocasiona mal drenaje interno. Por su capacidad de uso predominan las clases VI, VII y VIII.

En general se encuentra el maicillo en suelos que presentan pH de moderada a fuertemente ácido, contenido de fósforo bajo, potasio de medio a alto moderado CIC.

Como se observa en la Figura 1, el maicillo se cultiva preincipalmente en la zona oriental de El Salvador, así como en la zona norte principalmente en los Departamentos de San Miguel, Ls Unión, Morazán, Cabañas, Chalatenango y Santa Ana. Aunque existen otras áreas localizadas como es la del sur del Departamento de Ahuachapán y en la zona central.

#### RESULTADOS DE INVESTIGACION REALIZADA EN EL SALVADOR SOBRE FERTILIZACIONEN MAICILLOS CRIOLLOS

Los trabajos que se han realizado en CENTA han tratado de evaluar la respuesta de los sorgos criollos a las aplicaciones de fertilizante comparándolo generalmente con variedades mejoradas, liberadas por el programa nacional de sorgo. Tratando de esta manera, determinar si tienen potencial de rendimiento, lo que unido a otras características que poseen los hacen una alternativa casi únicas para las zonas de canícula.

En 1978 se llevó a cabo un ensayo en dos localidades, Texistepeque, (Santa Ana) y Jocoro (Morazán), el primer suelo se clasifica como Vertisol y el de Jocoro como un Alfisol.

En este trabajo se estaba evaluando las variedades CENTA-S-2 y criollo local en rendimiento de grano, forraje y valor nutricional con diferentes niveles de fertilización (Guzmán M. y Casamalhuapa, 1979).

Se encontró que no hubo diferencia significativa entre variedades pero el sorgo criollo fue superior en rendimiento de forraje obteniendo  $74 \text{ t ha}^{-1}$ , al aplicar  $96 \text{ kg ha}^{-1}$  de N y  $26.2 \text{ kg ha}^{-1}$  de P, con la observación de que el follaje del maicillo criollo fue severamente atacado por enfermedades, lo que bajó el valor

nutritivo del forraje. Para rendimiento de grano no hubo diferencia significativa entre variedades y ambas respondieron a los niveles de nitrógeno aplicado, 96 kg.ha<sup>-1</sup>, fue el nivel que proporcionó mayores rendimientos obtenidos por cada kilogramo de nitrógeno aplicado un incremento de 4.75 kg. de grano.

En este trabajo se concluyó que se podía recomendar para las zonas cualquiera de las dos variedades, dependiendo de la disponibilidad de semilla. Pero cualquiera de las dos que se utilizara, necesitaría una aplicación de 32 kg ha<sup>-1</sup> de N y 29.2 kg ha<sup>-1</sup> de P para obtener rendimientos de forraje no menor de 70 t ha<sup>-1</sup> y para incrementar la producción de grano es necesario hacer aplicaciones de 96 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno (N).

También, en 1978 se realizó un ensayo que se localizó en San Francismo Menéndez, Departamento de Ahuachapán, el suelo se clasificó como un Inceptisol, en esa oportunidad se evaluaron 4 variedades de sorgo, 3 del Programa Nacional de Sorgo la ES-299, ES-200 y ES-406 comparándola con el criollo local. (Valle y Guzmán, 1979). Se evaluaron dos niveles de nitrógeno 104 y 78 kg ha<sup>-1</sup>, y dos épocas de siembra del sorgo al aporco del maíz (22-25 días después de siembra del maíz).

El análisis de varianza muestra que no hubo diferencia significativa para variedades de sorgo, ni para niveles de nitrógeno, pero si hubo para épocas de siembra del sorgo.

Las cuatro variedades de sorgo mostraron un rendimiento superior al sembrarlas simultáneamente con el maíz. El maíz mostró mayor rendimiento cuando el sorgo se sembró al aporco independientemente de la variedad. Los promedios de rendimiento para las variedades evaluadas fueron: ES-200 3.45, criollo 3.02, ES-199 - 2.33 y ES-406 1,90 t ha<sup>-1</sup>.

Se observa que el sorgo criollo fue superada por una sola de las variedades mejoradas evaluadas; lo que indica que en igualdad de condiciones de suelo y clima, el sorgo criollo se comporta de manera similar o superior que las variedades mejoradas. En este ensayo al no haber respuesta a la aplicación del fertilizante, se recomienda 78 kg ha<sup>-1</sup> de N para el sistema maíz-sorgo, ya que ése fue el menor de los dos niveles utilizados.

En 1979 se separaron los ensayos se trabajó con cuatro variedades mejoradas en uno y se evaluaron tres sorgos criollos en otro ensayo. Este último se realizó en Santa Rosa Guachipilín, Cantón de Jocoro, Departamento de Morazán. Los maicillos o sorgos criollos evaluados fueron Lira, Chalateco y Texistepeque; con cuatro niveles de nitrógeno 0, 80, 160 y 240 kg ha<sup>-1</sup> y dos épocas de aplicación del fertilizante: mitad a la siembra y mitad al aporco, y un tercio a la siembra, un tercio al aporco y un tercio a la dobla del maíz aplicado al maicillo. (Guzmán, 1980).

La variedad de maicillo con mejor rendimiento resultó la Lira; las tres variedades que se evaluaron mostraron respuesta a la fertilización nitrogenada y hubo también respuesta a la aplicación del fertilizante al maicillo. Los rendimientos en su orden fueron: Lira 3.2, Chalateco 2.7, y Texistepeque 2.2 t ha<sup>-1</sup>.

El nivel de fertilización nitrogenada más económico para el sistema fue el de 80 kg ha<sup>-1</sup>, fraccionándolo en tres aplicaciones. Hay que mencionar que se utilizó la variedad de maíz criollo, denominada Maicito, la cual no presenta la competencia por luz y nutrimentos que puede presentar Híbrido de maíz al sorgo.

En 1981 se realizó un ensayo de comprobación de resultados. Se compararon en variedad CENTA S-2 y criollo hoja de milpa y los niveles utilizados en 1978, 32 kg ha<sup>-1</sup> de N en la primera aplicación y 96 kg/ha-1 de N en la segunda; de fósforo (P) 26 kg ha<sup>-1</sup>, comprarándolo con la práctica del agricultor 78 kg/ha<sup>-1</sup> de N y 17 kg ha<sup>-1</sup> de P. (Santos, 1981).

Este ensayo se localizó en el Cantón Chilcuayo de Texistepeque, Departamento de Santa Ana, en un suelo clasificado como alfisal se vio afectado por 32 días de sequía aproximadamente 75 días después del corte que se hizo para evaluar el forraje. Se observó que el desarrollo del criollo no se afectó en su apariencia pero sí el del CENTA S-2. Los rendimientos de grano obtenidos fueron los siguientes: CENTA-S2: fertilización del agricultor 0.99 t ha<sup>-1</sup> fertilización recomendada 1.9 t ha<sup>-1</sup>.

Como se puede observar el sorgo criollo fue superior en ambos casos y se concluyó que la baja producción se debió a la

sequía prolongada, pero que sin embargo el criollo obtuvo mejores rendimientos. Probablemente ninguna de las dos variedades evaluadas pudo expresar todo su potencial de rendimiento debido al largo período de sequía que sufrieron. El rendimiento de biomasa para forraje, fue muy bajo debido a unas canículas y no se realizó análisis de varianza.

Para el año 1983 se realizaron dos ensayos con el objeto de probar variedades fitoperiódicas adaptadas al asocio con maíz y encontrar la mejor variedad de sorgo en cuanto a rendimiento y que ofreciera menos competencia al maíz. (Guzmán y Santos, 1984).

Las variedades evaluadas fueron: ES-406, San Miguel No. 1; Criollo Sapo, y el Híbrido Kurix S-4, No. 1. Los niveles de nitrógeno en kilogramos por hectárea fueron: 0.75, 117, 156, aplicado en dos y tres aplicaciones al sistema maíz-sorgo. Los ensayos se localizaron en el Cantón San Matías, Departamento de La Libertad y la estación de Santra Cruz Porrillo, Departamento de La Paz. Los suelos se clasifican como alfisol el de San Matías, e inceptisol el de Santa Cruz Porrillo.

Esas hacen notar que hubo respuesta significativa a las aplicaciones de nitrógeno en el rendimiento de maíz y fue el Kurgi x San Miguel No. 1, el que interfirió menos con la producción de maíz en Santa Cruz Porrillo y en San Matías fue el criollo el que ofreció menor diferencia significativa, pero el Kurgi x S. M. No. 1 y la ES 406 superaron al Criollo en Santa Cruz Porrillo; en San Matías el Criollo fue superado por todas las variedades con las que se comparó.

Este es el primer ensayo en que el maicillo manejado en igualdad de condiciones es superado en rendimiento; se hace la observación que en Santa Cruz Porrillo no existe un maicillo local y el que se llevó probablemente no se adaptó a la zona, así como también hubo mucho daño de pájaro y de mosquita. También se observa que si hubo respuesta en rendimiento aunque no se manifestó en el análisis de varianza de las variedades de sorgo a la aplicación de nitrógeno.

Cuadro 2. Respuesta en rendimiento de grano ( $t\ ha^{-1}$ ) de cuatro variedades de sorgo a la aplicación de fertilizante nitrogenado.

N kg $ha^{-1}$ al maíz-sorgo	Variedad			
	Criollo	ES 406	S.M. No.1	Kurgi x S.M. No. 1
0	1.22	1.59	1.62	2.18
75	1.48	2.40	1.92	3.68
117	1.70	3.61	2.39	3.08
156	3.24	3.7	3.10	4.29

Durante 1986, se realizó un ensayo localizado en el municipio de Guaymando, Depto. de Ahuacapán (Guzmán, Sánchez y De León, 1987), en un suelo clasificado como alfisol. Se evaluaron 10 líneas experimentales del Programa Nacional de Sorgo con diferentes niveles de fertilización, utilizando como comparadores el ISIAP DORADO y el Criollo Leche. La fertilización aplicada fue un nivel 0 (Testigo,  $28.5\ kg\ ha^{-1}$  de N, fertilización que hace el agricultor) y  $77\ kg\ ha^{-1}$  de N más  $17\ kg\ ha^{-1}$  de P (Recomendación del CENTA). Los promedios de rendimiento de este ensayo se presentan en el Cuadro 3

Cuadro 3. Promedios de rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ ) de líneas experimentales de sorgo. Guaymango, 1986.

Línea o Variedad	Rendimiento	
Criollo leche	3.65	a†
ES-783	3.45	ab
M-90360	3.24	abc
ISIAP DORADO	3.22	abc
ES-737	3.22	abc
ISCU-120	3.15	abc
E-35-1	3.14	abc
M-90812	2.86	abc
LU-416	2.83	abc
ES-726	2.76	bc
M-90362	2.49	c
ISCU-151	2.36	c

†Valores con la misma letra son iguales estadísticamente según al prueba Duncan.

En esa localidad se obtuvo con la recomendación del CENTA rendimiento para el maicillo Criollo Leche de  $4.6 \text{ t ha}^{-1}$  igual a la línea M-90360 y ambas presentaron los mayores rendimientos cuando fueron fertilizados. Se observó también que los rendimientos fueron superiores probablemente debido a la aplicación de fósforo, el agricultor al maicillo si es que lo fertiliza, lo hace a base de sulfato de amonio y se ha demostrado que el maicillo si responde a la fertilización tanto nitrogenada como fosforada.

En los seis trabajos que se han analizado someramente, se ha demostrado en cinco de ellos que los maicillos criollos responden a la fertilización que se les aplique después de la dobla del maíz, sin que muestren problemas de crecimiento excesivo.

Los niveles de nitrógeno no se han evaluado oscilan desde 0 hasta  $156 \text{ kg ha}^{-1}$ , concluyendo que el nivel de 96 hasta  $128 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrógeno (N) aplicados al sistema maíz-sorgo, es el que mejores rendimientos ha provocado en los maicillos criollos.

Los mayores rendimientos de maicillo han resultado siempre al aplicar fertilizante y se han obtenido hasta  $4.6 \text{ t ha}^{-1}$  en promedios, no obstante, a nivel experimental con maicillos como Sapo, Leche o Cola de Zorro bien fertilizados se han obtenido hasta  $5.5 \text{ t ha}^{-1}$ .

Sin embargo, el agricultor sorguero, conoce su zona de trabajo y muchas veces prefiere no arriesgar la inversión en fertilizante y obtener bajas producciones ( $1-2 \text{ t ha}^{-1}$ ), debido al peligro que presentan las sequías.

Cuadro 4. Rendimiento de grano ( $t\ ha^{-1}$ ) de líneas experimentales de sorgo al relevo del maíz con tres diferentes fertilizaciones, Guaymango, agosto 28, 1986 a enero 6, 1987.

Niveles	Variedades											IS.D.	CR.L.
	ES-726	M-90362	ES-737	M-90812	M-90360	LU-416	ISCV-151	ES-783	ISCU-120	E-35-1			
0	1.91	2.34	3.09	1.92	2.02	3.11	1.73	2.89	2.74	2.75	2.31	2.46	
Agricultor	2.89	2.40	3.13	3.05	3.04	2.36	2.81	3.36	3.78	3.07	3.70	3.99	
CENTA	3.50	2.72	3.45	3.61	4.66	3.01	2.55	4.21	3.04	3.60	3.66	4.62	
Total	8.30	7.46	9.65	8.58	9.72	8.48	7.09	10.46	9.56	9.41	9.61	11.07	
Media	2.77	2.49	3.22	2.86	3.24	2.83	2.36	3.49	3.19	3.14	3.22	3.69	

## BIBLIOGRAFIA

- GUZMAN, M. E. y Casamalhuapa. Evaluación de las variedades de sorgo CENTA S-2 y criollo local en rendimiento de grano, forraje y valor nutricional con diferentes niveles de fertilización *In* Reunión anual del PCCMA, 25, Tegucigalpa, Honduras, 1979.
- GUZMAN M., E. y Santos M. de J. Evaluación de la respuesta a diferentes niveles de nitrógeno de sorgo criollos asociados con maíz. 1979. Ministerio de Agricultura. CENTA. San Andrés, Informe Técnico. (Sin publicar).
- GUZMAN M., E. y Santos M. de J. Fertilización en el Sistema maíz-sorgo, *In* Memoria de la XXXI Reunión Anual del PCCMCA. Managua, Nicaragua, marzo 1984.
- GUZMAN M., E. y Sánchez R., y De León, R. Evaluación de líneas experimentales del programa nacional de sorgo con diferentes niveles de fertilización. *In* Reunión anual del PCCMCA, 33, Guatemala, Guatemala, 1987. Memoria Resúmenes, Guatemala, Guatemala ICTA, 1987, pp.
- RICO NAVES, M. A. Aspectos edáficos y fisiográficos relacionados con el problema de sequía. *In* Seminario-Taller sobre agricultores en zonas afectadas por canícula interstital en El Salvador, San Andrés, El Salvador, 1981. Memoria editada por Joaquín Francisco Larios II, Turrialba, Costa Rica, MAG de El Salvador/CATIE, 1982. pp. 49-68 (serie técnica).
- SANTOS , M. DE J. Informe de parcelas de comprobación de resultados llevados a cabo en 1981. Archivos del Depto. de Investigaciones Especiales CENTA, Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador, CENTA, San Andrés, El Salvador. (sin publicar).
- VALLE CASAMALHUAPA, N. y Guzmán Medrano, E. Evaluación de épocas de siembra y niveles de fertilización de variedades de sorgo fotoperiódicas en asocio con maíz. *In* Reunión Anual del PCCMCA, 25, Tegucigalpa, Honduras, 1979. Memoria. Tegucigalpa, Honduras, Secretaría de Recursos Naturales 1979, V 3 S 12/12-16.