

# Avances en la Investigación Agronómica de los Maicillos Criollos en Mesoamérica

Compton L. Paul<sup>1</sup>

*Summary: After two centuries of being introduced, maicillos [(Sorghum bicolor (L.) Moench)] have become a very important component in the traditional cropping systems utilized by small farmers in Central America. These systems need to be enhanced to provide small farmers a more higher and stable yield to improve their incomes and nutritional level. Nine years ago a maicillo improvement project began in the region. This paper revises major results generated by several researchers in agronomy and breeding, and emphasize the need of more research*

## RESUMEN

Después de cuatro siglos de ser introducidos a Mesoamérica los maicillos criollos [(*Sorghum bicolor* (L.) Moench)] que forman un componente importante de los sistemas tradicionales de producción de los pequeños agricultores, necesitan mejorarse para ofrecer a un mejor ingreso a nivel de nutrición. Un programa de mejoramiento fitogenético y agronómico se empezó hace nueve años en la región. Este trabajo revisa los logros obtenidos en lo de agronomía por varios investigadores y resume la necesidad de la investigación en el futuro.

## INTRODUCCION

Una gran parte de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) sembrado en Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Haití es el tipo maicillo criollo traído de Africa por esclavos y navegantes a partir del siglo XVI (Quinby and Martin, 1954; Mateo et al., 1981). Estos países que abrcan un área de 382,970 km<sup>2</sup> con una población de 26 millones de habitantes (World of

---

<sup>1</sup> Agrónomo Principal y Líder, Programa ICRISAT para Mesoamérica y Coordinador General de la Comisión Latinoamericana de los Investigadores de Sorgo (CLAIS).

Information, 1986) producen 362,000 toneladas de grano de sorgo cada año (Cuadro 1) en pequeñas fincas de 1/2 a 5 ha, poco integradas al mercado por agricultores de escasos recursos usando métodos culturales tradicionales y antiguos en sistemas de cultivos múltiples.

Ochenta por ciento de las fincas en Guatemala, 85% en El Salvador, 60% en Honduras, 43% en Nicaragua y 95% en Haití, pertenecen a la categoría de pequeños agricultores (Pinchinat et al., 1976; Zuvekas, 1978; Bazan, 1975).

Según Donaire (1982), el maicillo sembrado en sistemas de cultivos con maíz y frijol recibe poca atención. Los maicillos están caracterizados por un bajo uso de insumos, bajo rendimiento (0.68 a 1.30 t/ha), y por su habilidad de tolerar condiciones de pocos recursos y la sequía, mejor que los otros granos básicos, maíz y frijol, los cuales son más importantes para el consumo humano en la región.

El sorgo maicillo es fotosensible, alto (2 a 4 m), de mucho follaje (15 a 30 hojas), de grano mediano, blanco o crema, harinoso o cristalino y con panoja compacta o semi-compacta. Su ciclo vegetativo depende de su fecha de siembra y puede variar entre 60 a 150 días antes de que el estímulo de días cortos inicie la floración; el período entre iniciación floral y madurez fisiológica dura alrededor de 60 días.

Cuadro 1. Datos de producción de los maicillos en Mesoamérica

	Area Total bajo sorgo (1000 ha)	Area bajo maicillos† (1000 ha)	Area bajo maicillos (%)	Producción de maicillos (1000 t)	Rendimiento de maicillos‡ (t/ha)
Guatemala	65	47	72	43	0.91
Honduras	62	56	90	50	0.89
El Salvador	133	129	97	129	1.00
Nicaragua	65	20	31	22	1.10
Haití	163	163	100	120	0.74

†Los maicillos se encuentran en sistemas de cultivos asociados.

‡En base a la superficie total ocupada por todos los cultivos en la asociación.

Fuente: (Guiragossian, 1984; Hawkins, 1984, FAO, 1986).

El maicillo se siembra al mismo tiempo que el maíz (sistema simultáneo) o algunas veces en un período de más de tres semanas después (sistema aporque). Debido a su sensibilidad al fotoperíodo, el sorgo no crece sustancialmente hasta que el maíz llegue a su madurez fisiológica y es doblado. Cuando la cosecha de maíz es alta, el maíz se usa para alimento familiar y el sorgo para alimento de cerdos y aves y para la venta en el mercado. En algunos años cuando falta el maíz y la cosecha no es suficiente, el sorgo forma una fuente de seguridad para el alimento humano en la forma de tortillas y atole (Anderson y Williams, 1954; Ruano, 1982). También, el rastrojo tiene importancia como alimento animal durante la época seca (Hawkins, 1982).

Por la base de recursos tan pobre utilizada por los pequeños agricultores de Centroamérica es difícil para que los sistemas maíz-maicillo puedan proveer más que una vida de subsistencia como la provee hoy en día (Hawkins, 1984). Unas opciones que pueden mejorar la situación de los pequeños agricultores sembrando el maicillo son el mejoramiento fitogenético y el uso de mejores arreglos especiales y cronológicos.

El fitomejoramiento de los maicillos empezó en El Salvador en 1977 (Clará, Comunicación Personal 1987) con el objetivo de mejorar su productividad en sistemas de cultivo con maíz y frijol por la generación de un mejor tipo de planta, más corta, mejor adaptada a las condiciones de los sistemas, más resistente a enfermedades y plagas, con alto potencial de rendimiento, y con mejor calidad de grano para el consumo humano. Meckenstock (Comunicación Personal 1985) y Salguero (1985), continuaron el trabajo de fitomejoramiento en Honduras y Guatemala, respectivamente, cruzando los maicillos con los sorgos insensitivos mejorados transfiriendo características deseables de este tipo de sorgo. Clará et al., (1982) reportaron que los maicillos mejorados con porte mediano produjeron 35% más grano que los testigos y que los tipos enanos aumentaron el rendimiento de grano en un 50%.

La investigación agronómica de los maicillos, ha recibido poca atención aunque existe un gran potencial para mejorar las prácticas culturales actuales. Este trabajo examinará el ambiente de los maicillos y las necesidades de los pequeños agricultores en relación a mejores prácticas culturales. También, este trabajo

revisará los resultados de la investigación agronómica hasta la fecha y ofrecerá sugerencias para investigación en el futuro.

## LAS CONDICIONES EDAFO-CLIMATICAS EN AREAS DE LOS MAICILLOS

### Topografía y suelos

Una cadena de montañas escabrosas y volcánicas de más de 3000 m forman una restricción severa para la agricultura de la región. Extensos cortes de estas montañas dan camino para valles y planicies arables en zonas elevadas que incluyen en su mayoría suelos poco profundos y erosionados con pendientes mayores de 30% (y a veces hasta 70%) en las laderas donde la erosión es alta y la capacidad de retención de agua es baja. De Leon Prera et al (1977), Donaire (1982), Arias y Gallaher (1984) y Hawkins (1984) reportaron que los maicillos se encuentran más en regiones accidentadas que en planicies donde estos terrenos tienen otros usos. Los pequeños agricultores se han desplazado hacia los cerros por agricultores de mejores recursos, quienes siembran extensas superficies con algodón, maíz, ajonjolí, etc., utilizando terrenos más fértiles con buenas facilidades de comunicación, infraestructura, mercado, etc.

La mayor parte de las zonas maicilleras incluyen cambisoles eutricos (eutrochrepts) y districos (dystrochrepts), Ustorthents líticos (Honduras), y Haplustalfs líticos (El Salvador) que existen en la fase lítica por severa erosión la cual está complicada por condiciones semi áridas y una historia larga de cultivación bajo malas técnicas de conservación (FAO-UNESCO, 1985; Hawkins, 1984).

Los tipos de suelo afectan los arreglos espaciales y cronológicos que se usan en el sistema maíz--maicillo. Por ejemplo, cuando el terreno es más plano y el suelo más profundo, se puede usar arado, chuzo, cuma y azadón y se puede arreglar las dos especies en surcos en sistemas de surcos alternos o adentro surco o al aporque para cultivar con bueyes. Cuando el suelo es pedregoso, el uso de animales e implementos es difícil; en estas condiciones, el arreglo es irregular, las dos especies se siembran simultáneamente (como en el sistema casado) para ahorrar jornales, y la cosecha es baja y riesgosa.

### Precipitación

A través de Centroamérica la estación de lluvia es bimodal de mayo a octubre, y es muy variable en cantidad absoluta y distribución (Hawkins, 1982). La lluvia está concentrada fuertemente en mayo/junio y septiembre con un período seco de dos a seis semanas en julio/agosto llamado la canícula. Hawkins (1984) anotó que la lluvia es muy errática, con épocas de precipitación muy fuerte que alternan como períodos de sequía. Amaya (1982) reportó que en El Salvador la escasez de agua por la canícula es uno de los principales factores adversos a la producción agrícola. .

Obviamente, la precipitación afecta el uso de insumos comprados, porque posibles fracasos del cultivo por sequía o inundaciones pueden causar pérdidas de la inversión o problemas con el reembolso del crédito (Donaire, 1982). En áreas con más probabilidad de sequía al principio de julio, como Nicaragua, el maicillo se siembra simultáneamente en mayo para evitar problemas con la germinación del sorgo, mientras que en áreas con lluvia mas confiables, como en El Salvador, el sistema es el aporque. También, si tardan las lluvias en mayo, la siembra es más simultánea (Martínez et al., 1986).

### Temperatura

Mateo et al., (1981) anotaron que los maicillos ocupan áreas de menos de 1,000 msnm. Donaire (1982) encontró que en Honduras los sistemas maíz-maicillo-frijol se encuentran entre 500 a 1250 msnm. Generalmente, la temperatura media anual en zonas maicilleras es alrededor de 25 a 30°C al nivel del mar y entre 17 a 24°C a una altitud de 500 a 1250 msnm.

## AVANCES EN LA INVESTIGACION AGRONOMICA 1978-1982

Muchos investigadores han escrito sobre los sistemas de cultivos en Centroamérica, en los cuales se encuentran los maicillos. Ellos incluyen Anderson y Williams (1954), Reiche Coal et al., (1976), De Leon Prera et al., (1977), Moreno (1978), Mateo et al., (1981), Hawkins (1982), Arias y Gallaher (1984), y Paul (1986). Pero intentos serios para aumentar la

productividad de los maicillos, empezaron en 1978 cuando Menjivar (1978) estudió el fraccionamiento de formulaciones de fertilizantes en el sistema maíz-sorgo en campos de agricultores y Clará et al. (1982) iniciaron el mejoramiento genético.

Revisando la literatura sobre la investigación agronómica de los maicillos se encuentra que Menjivar (1978) concluyó que la formulación 160-85-0 NPK kg/ha de fertilizantes fue la más económica de las cuatro que él estudió. Luego, Casamalhuapa y Guzmán (1979) evaluaron épocas de siembra y niveles de fertilización concluyendo que, diferentes variedades de maicillos mostraron diferentes niveles de competencia sobre el maíz en la asociación maíz-sorgo y que en la siembra simultánea de los dos cultivos, el sorgo rindió más y el maíz menos que en la siembra del sorgo al aporque del maíz. Arze (1980) analizó el crecimiento en asociaciones de maíz, sorgo y frijol de costa en diferentes arreglos cronológicos y encontró que las curvas de crecimiento de las tres especies fueron influenciadas por la competencia interespecífica. Guzmán (1980) evaluó variedades de maicillo en modalidades de siembra en asocio con maíz y niveles de nitrógeno encontrando que los maicillos se comportaron mejor en surcos alternados con el maíz bajo una fertilización de 100 kg N/ha a la siembra. Arze y Juárez (1980) sembraron unos maicillos en cuatro épocas entre mayo de agosto en asociación con el maíz y obtuvieron rendimientos de los maicillos hasta 4 t/ha aunque se fertilizó solamente el maíz en el sistema. Casamalhuapa y Clará (1980) evaluaron 22 variedades de maicillo en el sistema aporque en El Salvador y concluyeron que cuando el rendimiento del maíz se incrementó, se bajó lo del sorgo y viceversa. También, ellos encontraron que una fertilización de 78 kg N/ha a la siembra del maíz fue suficiente para los sistemas simultáneo y aporque.

También en 1980, Cardona y Ortíz Orellana (1980) reportaron que los herbicidas no son usados en los sistemas maíz-maicillo por falta de conocimiento sobre su uso y falta de crédito. En 1981, Henao y Arze (1981) identificaron los factores distanciamiento entre surcos, arreglo espacial y fertilización como los que tienen mayor influencia sobre altura de planta, biomasa, número de mazorcas y rendimiento del sistema maíz-maicillo. Clará et al. (1982) reportaron que los maicillos mejorados respondieron a la aplicación de nitrógeno a la dobla de maíz.

### Precipitación

A través de Centroamérica la estación de lluvia es bimodal de mayo a octubre, y es muy variable en cantidad absoluta y distribución (Hawkins, 1982). La lluvia está concentrada fuertemente en mayo/junio y septiembre con un período seco de dos a seis semanas en julio/agosto llamado la canícula. Hawkins (1984) anotó que la lluvia es muy errática, con épocas de precipitación muy fuerte que alternan como períodos de sequía. Amaya (1982) reportó que en El Salvador la escasez de agua por la canícula es uno de los principales factores adversos a la producción agrícola.

Obviamente, la precipitación afecta el uso de insumos comprados, porque posibles fracasos del cultivo por sequía o inundaciones pueden causar pérdidas de la inversión o problemas con el reembolso del crédito (Donaire, 1982). En áreas con más probabilidad de sequía al principio de julio, como Nicaragua, el maicillo se siembra simultáneamente en mayo para evitar problemas con la germinación del sorgo, mientras que en áreas con lluvia más confiables, como en El Salvador, el sistema es el aporque. También, si tardan las lluvias en mayo, la siembra es más simultánea (Martínez et al., 1986).

### Temperatura

Mateo et al., (1981) anotaron que los maicillos ocupan áreas de menos de 1,000 msnm. Donaire (1982) encontró que en Honduras los sistemas maíz-maicillo-frijol se encuentran entre 500 a 1250 msnm. Generalmente, la temperatura media anual en zonas maicilleras es alrededor de 25 a 30°C al nivel del mar y entre 17 a 24°C a una altitud de 500 a 1250 msnm.

## AVANCES EN LA INVESTIGACION AGRONOMICA 1978-1982

Muchos investigadores han escrito sobre los sistemas de cultivos en Centroamérica, en los cuales se encuentran los maicillos. Ellos incluyen Anderson y Williams (1954), Reiche Coal et al., (1976), De Leon Prera et al., (1977), Moreno (1978), Mateo et al., (1981), Hawkins (1982), Arias y Gallaher (1984), y Paul (1986). Pero intentos serios para aumentar la

productividad de los maicillos, empezaron en 1978 cuando Menjivar (1978) estudió el fraccionamiento de formulaciones de fertilizantes en el sistema maíz-sorgo en campos de agricultores y Clará et al. (1982) iniciaron el mejoramiento genético.

Revisando la literatura sobre la investigación agronómica de los maicillos se encuentra que Menjivar (1978) concluyó que la formulación 160-85-0 NPK kg/ha de fertilizantes fue la más económica de las cuatro que él estudió. Luego, Casamalhuapa y Guzmán (1979) evaluaron épocas de siembra y niveles de fertilización concluyendo que, diferentes variedades de maicillos mostraron diferentes niveles de competencia sobre el maíz en la asociación maíz-sorgo y que en la siembra simultánea de los dos cultivos, el sorgo rindió más y el maíz menos que en la siembra del sorgo al aporque del maíz. Arze (1980) analizó el crecimiento en asociaciones de maíz, sorgo y frijol de costa en diferentes arreglos cronológicos y encontró que las curvas de crecimiento de las tres especies fueron influenciadas por la competencia interespecífica. Guzmán (1980) evaluó variedades de maicillo en modalidades de siembra en asocio con maíz y niveles de nitrógeno encontrando que los maicillos se comportaron mejor en surcos alternados con el maíz bajo una fertilización de 100 kg N/ha a la siembra. Arze y Juárez (1980) sembraron unos maicillos en cuatro épocas entre mayo de agosto en asociación con el maíz y obtuvieron rendimientos de los maicillos hasta 4 t/ha aunque se fertilizó solamente el maíz en el sistema. Casamalhuapa y Clará (1980) evaluaron 22 variedades de maicillo en el sistema aporque en El Salvador y concluyeron que cuando el rendimiento del maíz se incrementó, se bajó lo del sorgo y viceversa. También, ellos encontraron que una fertilización de 78 kg N/ha a la siembra del maíz fue suficiente para los sistemas simultáneo y aporque.

También en 1980, Cardona y Ortíz Orellana (1980) reportaron que los herbicidas no son usados en los sistemas maíz-maicillo por falta de conocimiento sobre su uso y falta de crédito. En 1981, Henao y Arze (1981) identificaron los factores distanciamiento entre surcos, arreglo espacial y fertilización como los que tienen mayor influencia sobre altura de planta, biomasa, número de mazorcas y rendimiento del sistema maíz-maicillo. Clará et al. (1982) reportaron que los maicillos mejorados respondieron a la aplicación de nitrógeno a la dobla de maíz.



### 1982 a 1986

El establecimiento de la Comisión Latinoamericana de Investigadores de Sorgo (CLAIS) y el inicio del programa de agronomía del Instituto Internacional para la Investigación de los Cultivos de los Trópicos Semi-Aridos (ICRISAT) a partir de 1982, resultó en un aumento en los estudios agronómicos de los maicillos criollos en sus sistemas de cultivo en Centroamérica. Los enfoques de estos estudios son el aumento en la eficiencia de la utilización de los recursos del agricultor tales como precipitación, radiación solar, fertilización, variedades mejoradas, mano de obra, etc., y el mejoramiento del rendimiento, estabilidad de rendimiento, calidad de grano y forraje, y productividad de los maicillos.

Hawkins (1984) opinó que el mejoramiento de la producción de los maicillos en sus sistemas de cultivo no se puede llevar a cabo por un incremento del área bajo producción por el crecimiento de la población humana, reforma agraria y la presión de utilizar terreno para inversiones, etc. El cree que es mejor incrementar el rendimiento por hectárea por el uso de variedades mejoradas, fertilizantes y herbicidas y al mismo tiempo reducir los costos de producción especialmente en mano de obra utilizada en la limpieza.

### EL SISTEMA MAIZ + MAICILLO SIMULTANEO

Sembrando los dos cultivos simultáneamente causa una competencia interespecífica muy alta y el rendimiento de maíz es lo más bajo de los sistemas comunes en la región. Los datos de Paul et al., (1984, 1985) muestra ésto claramente (Cuadro 2). Paul et al., (1985) que la ganancia neta al agricultor usando este sistema de maíz-maicillo en asociación simultánea fue tan baja que su uso debe ser descontinuado. Sin embargo, unos agricultores siembran en forma simultánea para bajar mano de obra y asegurar el establecimiento del maicillo antes de la canícula.

Una variación de este sistema simultáneo en el cual el maíz y maicillo están sembrados en el mismo golpe (casado) es muy importante en laderas donde los suelos dystrochrept de baja fertilidad son dominantes y las prácticas culturales son difíciles

por el suelo lítico, vegetación extraña y terreno escabroso. En este sistema la competencia interespecífica es máxima.

Nolasco y Paul (1985) encontraron que la cantidad y momento de aplicación de fertilizante afectaron la naturaleza de la competencia y los rendimientos de los dos cultivos. Cuando se aplicó a la siembra el maicillo lo aprovechó más, creció vegetativamente y no dió la oportunidad al maíz responder en términos de rendimiento de grano. Sin embargo, cuando se aplicó el nitrógeno cuatro semanas después de la siembra, el maíz había crecido arriba del maicillo y mostró una respuesta positiva en rendimiento.

### EL SISTEMA MAIZ + MAICILLO AL APORQUE

Cuadro 2. El rendimiento de maíz en cuatro sistemas de cultivos intercalados en Centroamérica.

Localidad	S1†	S2	S3	S4	C.V.
1983					
Guatemala	0.82 a	2.06 b	2.43 c	2.49 c	38
México	3.26 a	4.77 b	6.22 c	7.51 d	35
Nicaragua	1.25 a	1.05 a	1.86 a	3.09 b	34
Haití	1.30 a	2.08 b	3.13 c	4.40 d	54
1984					
Guatemala	1.29 a	2.55 b	2.37 b	3.23 b	12
Honduras	3.72 a	4.17 b	4.93 c	9.33 d	14
México	2.73 b	2.16 a	3.24 c	6.81 d	14

†Las comparaciones del rendimiento dentro de cada sistema a 5% Duncan indicadas por letras pequeñas.

Sistemas: S<sub>1</sub>= Siembra de maíz y maicillo simultáneo, con el maicillo adentro del surco.

S<sub>2</sub>= Siembra de maíz y maicillo simultánea, con el maicillo en el camellón.

S<sub>3</sub>= Siembra el maicillo al aporrear el maíz.

S<sub>4</sub>= Siembra de sorgo insensitivo en relevo con maíz.

Fuente: Paul et al., 1984 y 1985.

En el sistema de aporque el maíz se siembra en mayo y el maicillo de siembra entre los surcos de maíz alrededor de 22 a 28 días después cuando aporcan y limpian el maíz. Este sistema ofrece la ventaja de tener el maíz sin competencia durante las primeras tres ó cuatro semanas. Paul et al. (1985) observaron una ventaja de 46% más rendimiento de maíz por esta competencia reducida del maicillo. Esto se ve en Cuadro 2 como la diferencia entre la media de S<sub>1</sub> y S<sub>2</sub> y la media de S<sub>3</sub> porque S<sub>1</sub> y S<sub>2</sub> son sistemas simultáneos y S<sub>3</sub> representa el sistema aporque. Ellos también encontraron una disminución de 41% en el rendimiento del maicillo sembrado en aporque por la alta competencia del maíz más desarrollado. Desde el incremento en el rendimiento del maíz es igual a la disminución en el rendimiento de sorgo se concluyó que los requerimientos de las dos especies son iguales y que la competencia entre especies en S<sub>1</sub> es "pura". Esto indica que las dos especies compiten para el mismo "espacio" (espacio se define como el efecto integrado de todos los factores que afectan el crecimiento de una especie).

Martínez et al. (1985) y Fuentes et al. (1984) indicaron que una aplicación de 40 kg N/ha al maicillo al momento de doblar el maíz (madurez fisiológica) aumentó ( $p < 0.10$ ) el rendimiento del maicillo pero que el nivel del aumento dependía en localidad, ciclo del cultivo, variedad del sorgo y la población de plantas. Martínez et al. (1985) obtuvieron un retorno sobre capital invertido (RCI) de 143% para el sistema aporque en tres municipalidades del sureste de Guatemala en 1983 y 1984. En 1985, ellos calcularon un RCI de 207% para el sistema en otras tres municipalidades de la misma región.

Paul et al., (1987) reportaron que 40 kg N/ha al sembrar el maíz en el sistema aporque fue adecuado para el sistema y que maicillos de arquitectura similar compiten igualmente con el maíz.

En otros estudios, Nolasco et al. (1983) encontraron que una aplicación de 45 kg N/ha al maicillo al aporque tuvo el mismo efecto sobre su rendimiento que la misma dosis a la diferenciación floral. Ellos, también anotaron que la variedad maicillo 'Pelotón' rindió bien por tener alto vigor y desarrollo del área foliar durante la etapa de plántula. Estos investigadores y Martínez et al. (1985) concluyeron que los maicillos deben ser sembrados a una población óptima de 67,000 a 75,000 plantas

por hectárea ó sea 83 cm entre matas y 80 a 90 cm entre surcos, la misma población que usan los agricultores de Centroamérica.

Velasco y Paul (1986) evaluaron cuatro variedades de maicillo en México para calidad alimenticia y concluyeron que los maicillos son muy aptos para hacer pan, teniendo al mismo tiempo un nivel adecuado de proteína (12%).

Guzmán et al., (1987) concluyeron que una fertilización de 77 kg N/ha + 17 kg P/ha rindió 0.42 t/ha más grano de los maicillos que una dosis de 28.5 kg N/ha usada por el agricultor. Guzmán y Santos (1984) recomendaron el mismo nivel de nitrógeno para los maicillos ES-406, y maicillo San Miguel No. 1 y el maicillo híbrido Kurgi x San Miguel No. 1. Ellos encontraron que San Miguel No. 1 por ser corta compite menos con el maíz; Paul et al., (1984) concluyeron lo mismo.

Juárez y Valdéz (1978) midieron las implicaciones económicas al sembrar variedades mejoradas de sorgo comparadas con el sistema tradicional de asocio maíz-maicillo y concluyeron que los costos de producción son similares.

### CONCLUSIONES

1. Los factores más importantes que afectan el rendimiento de los maicillos en sistemas de cultivo son: distanciamiento entre surcos, la fertilización y el arreglo espacial y cronológico con respecto al maíz en la asociación.
2. Los sistemas de cultivos con maicillo necesitan entre 40 a 100 kg N/ha. Las épocas adecuadas para aplicar esta dosis en varias fracciones incluyen la siembra, al aporque, a la dobla de maíz y a la iniciación floral del sorgo. En el sistema casado, la aplicación de nitrógeno se debe hacer al aporque.
3. Maíz y maicillo compiten uno con el otro en una competencia pura. La competencia entre las dos especies disminuye en la siguiente orden: casado, simultáneo adentro surco, simultáneo en camellón y aporque. Se buscan maicillos enanos con mejor arquitectura para bajar la competencia con el maíz en la asociación.

4. No se debe usar solo rendimiento de las dos especies en los sistemas de cultivos como criterio de evaluación de ellos, porque varios factores agrosocioeconómicos son importantes para que los pequeños agricultores escojan un sistema particular.
5. La siembra de los maicillos a una población de 67,000 a 75,000 plantas/ha en asociación con maíz o sea la población usada por los pequeños agricultores es óptima.

### INVESTIGACIONES DEL FUTURO

1. Estudiar los efectos de fertilización, densidad de siembra y la interacción maíz/frijol/maicillo sobre el potencial de rendimiento y su estabilidad en los sistemas de cultivos.
2. Buscar variedades de maíz y frijol más aptas para asociarse en sistemas de cultivos con los maicillos.
3. Investigar el efecto de herbicidad sobre la rentabilidad de los sistemas de cultivos con maicillo.
4. Buscar maneras de aumentar la productividad de los sistemas actuales y al mismo tiempo buscar nuevos sistemas como alternativas para los pequeños agricultores.
5. Encontrar los niveles de rendimiento y nutrición de los sistemas de cultivo con maicillos necesarios para dejar salir los pequeños agricultores de su vida de subsistencia. Esto requiere una investigación profunda e involucrará un equipo multidisciplinario.
6. Investigar los sistemas de cultivos con maicillo bajo un nivel alto de teconología para estimular el interés de medianos y grandes agricultores en la cultivación de los maicillos.

## REFERENCIAS

- AMAYA, E. H. 1982. Comparación del sistema tradicional maíz-sorgo con dos sistemas alternativos mejorados. Resúmenes XXVIII Reunión Anual PCCMCA, San José, Costa Rica.
- ARIAS, R. F. and R. N. Gallaher. 1984. Life and cropping systems in small farms in Central America. CATIE, Turrialba, Costa Rica and Univ. of Florida, Gainesville.
- ANDERSON, E. and L. O. Williams. 1954. Maize and sorghum as a mixed crop in Honduras. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 41 : 213-215.
- ARZE, B. J. 1980. Análisis de crecimiento en asociaciones de maíz, sorgo y frijol de costa en diferentes arreglos cronológicos. Resúmenes XXVI Reunión Anual PCCMCA, Guatemala.
- ARZE, J. y M. Juárez. 1980. Caracterización del sistema del cultivo maíz/sorgo en Tejutla, El Salvador. Resúmenes XXVII Reunión Anual PCCMCA, Sto. Domingo, Rep. Dom., p. 168.
- BAZAN, R. 1975. Nitrogen fertilization and management of grain legumes in Central America. *In: Soil management in Tropical America 1975*. E. Bornemisza and A. Alvarado (Eds.). Proc. Seminar CIAT 10-14 Feb. 1974.
- CASAMALHUAPA, N. y M. G. Guzmán. 1979. Evaluaciones de época de siembra y niveles de fertilización de variedades de sorgo fotoperiódicas en asocio con maíz. Resúmenes XXV Reunión Anual PCCMA, Tegucigalpa, Honduras.
- CASAMALHUAPA, N. y R. Clará. 1980. Evaluación preliminar de rendimiento de 22 variedades experimentales de sorgos fotoperiódicos adaptables al asocio con maíz generadas en el CENTA. XXVI Reunión Anual PCCMA, Guatemala.

- CLARA, R., N. V. Casamalhuapa, R. H. Cordova, E. C. Amaya y V. Guiragossian. 1982. Sorghum improvement intercropped with maize. Proc. shortcourse sorghum diseases for Latin América. INTSORMIL/ICRISAT, CIMMYT, Mexico.
- DE LEON PRERA, C. J. T. Wyld y P. E. Hildebrand. 1977. Alcance geográfico de los sistemas de cultivo en el área piloto de ICTA. Región VI. 1975, ICTA, Guatemala.
- DONAIRE, R. E. 1982. Caracterización y relaciones ambiente-manejo en sistemas de frijol y sorgo asociados con maíz en Honduras. M. S. Thesis. Universidad de Costa Rica. 118p.
- FAO. 1982. Production Yearbook Vol. 36. FAO, Rome.
- FAO. 1986. Production Yearbook. Vol. 40. FAO, Rome.
- FAO-UNESCO. 1975. Soil map of the world. Vol. III - Mexico and Central America UNESCO-Paris.
- FUENTES, J., R. Salguero, M. Vásquez, y C. L. Paul. 1984. Investigaciones agronómicas de sistemas de producción con sorgo en fincas de pequeños agricultores en Guatemala I. El sistema maíz+sorgo al aporque adentro surco. ICTA, Guatemala.
- GUIRAGOSSIAN, V. 1984. Reporte sobre el estado de CLAIS y su futuro. *En:* Paul, C. L. y B. De Walt (ed). 1985. El sorgo en sistemas de producción en América Latina. INTSORMIL. Publ.
- GUZMAN, M. E. 1980. Variedades de sorgo evaluadas con modalidades de siembra en asocio con maíz y niveles de nitrógeno. Resúmenes XXVI Reunión Anual PCCMCA, Guatemala.
- GUZMAN, E. y M. de J. Santos. 1984. Fertilización en el sistema maíz-sorgo. Resúmenes XXX Reunión Anual PCCMA, Nicaragua.

- GUZMAN, E., R. Sánchez, y R. De Leon. 1987. Evaluación de líneas experimentales del programa nacional de sorgo con diferentes niveles de fertilización XXXIII Reunión Anual PCCMCA, Guatemala.
- HAWKINS, R. 1982. Reconocimiento de cultivos y sistemas de producción en Centroamérica. Documento presentado en el curso de entrenamiento en investigación sobre la eficiencia de los fertilizantes en los trópicos. Escuela Agrícola Panamericana. Oct. 3 a 22.
- HAWKINS 1984 Intercropping maize with sorghum in Central America; a cropping system case study. Agr. Systems 15: 1-21.
- HENAO, J. y J. Arze, 1981. Identificación de determinantes del rendimiento en el sistema maíz/sorgo. Resúmenes XXVIII Reunión Anual PCCMCA, 1981. p. 169.
- INTERNATIONAL ASSOC. AGRIC. economists. 1969. World Atlas of Agriculture. Vol. 3. The Americas. Inst. Geog. de Agostini, Novara, Italy.
- JUAREZ, M. A. y C. W. Valdez. 1978. Determinación de los costos de producción de los sorgos para producción de grano y forraje en variedades mejoradas y criollos. XXIV Reunión Anual PCCMCA, El Salvador.
- MARTINEZ, O., M. Vázquez, E. Salguero y C. L. Paul 1985. La productividad de dos sistemas de producción de sorgo [(*Sorghum bicolor*, (L.) Moench)] para pequeños agricultores en Guatemala. XXXI Reunión del PCCMCA, San Pedro Sula, Honduras.
- MARTINEZ, J., O. Martínez, C. Rodríguez y C.L. Paul. 1986. Un estudio agrosocioeconómico de la problemática en la producción de sorgo [(*Sorghum bicolor* (L.) Moench)] para enfocar la investigación del Programa Nacional en el suroeste de Guatemala. Presentación XXXII Reunión PCCMA, 17-22 Marzo, 1986, El Salvador.



- MARTINEZ, O., E. Salguero, y C. L. Paul. 1986. Una comparación de dos sistemas de producción con maíz *Zea mays* L., sorgo [(*Sorghum bicolor* (L.) Moench)] y frijol (*Phaseolus*, spp.) utilizados por los pequeños agricultores en Guatemala. XXXIII Reunión Anual del PCCMCA, San Salvador, El Salvador.
- MATEO, N., A. Díaz y R. Nolasco. 1981. El sistema maíz y maicillo en Honduras. XXVII Reunión Anual PCCMCA. 23-28 Marzo, Sto. Domingo, Rep. Dom. 1981.
- MENJIVAR, A. 1978. Efecto del fraccionamiento de cuatro formulaciones de fertilizantes en el sistema maíz-sorgo en campos de agricultores. Resúmenes XXIV Reunión Anual PCCMCA, San Salvador, El Salvador.
- MORENO, R. 1978. Investigación en sistemas de cultivo en Centroamérica. Resúmenes XXIV Reunión Anual PCCMCA, San Salvador. El Salvador.
- NOLASCO, R. y C. L. Paul. 1985. Respuesta de maíz *Zea mays* L. y sorgo [(*Sorghum bicolor* (L.) Moench)] a fertilización dentro de un sistema de cultivos asociados adaptado a laderas escarpadas en el sur de Honduras. Presentación XXXI Reunión del PCCMA, 16 a 22 abril, 1985, San Pedro Sula, Honduras.
- PAUL, C. L. 1985. La producción del sorgo. Vol. II de las "Lecciones del curso sobre el mejoramiento y producción de sorgo", por V. Y. Guiragossian y C. L. Paul. Versión borrador. Programa de América Latina de ICRISAT, CIMMYT.
- PAUL, C. L., 1986. Sorghum intercropping systems used by small farmers in Central America and the Caribbean. Presentation at the 5th Annual Sorghum and Millets Workshop for Eastern Africa 5-12 July, 1986, Bujumbura, Burundi.

- PAUL, C. L., O. Martínez, E. Salguero, R. Clará, M. Cortéz Samayoa, R. Nolasco y M. Soler. 1986. La productividad de los dos sistemas de producción con sorgo más sobresalientes en fincas de pequeños agricultores en Centroamérica. Presentación V Reunión CLAIS, Octubre 1986
- PAUL, C. L., O. Martínez, E. Salguero, R. Clará, M. Cortéz Samayoa, R. Nolasco y M. A. Soler, 1987. La productividad de los dos sistemas de producción con sorgo más sobresalientes en fincas de pequeños agricultores en Centroamérica. XXXIII Reunión Anual PCCMCA, Guatemala.
- PAUL, C. L., J. Avila Moya, J. Palacios Solís, E. Salguero y R. Nolasco. 1985. La comparación de los sistemas de producción con sorgo [(*Sorghum bicolor*, (L.) Moench)] y maíz *Zea mays*, L. asociados más importantes en Centroamérica y el Caribe. Memorias IV Reunión Anual CLAIS, Guatemala pp. 21-40.
- PAUL, C. L. M. Vásquez, E. Salguero, J. Avila Moya, R. Nolasco, R. Cheaney, y V. Guiragossian. 1984. Comportamiento de variedades de sorgo en sistemas de producción de maíz-sorgo en asocio en Centroamérica y el Caribe. Memorias de la III Reunión Anual CLAIS, El Salvador, pp. 24-58.
- PINCHINAT, A. M., J. Soria, and R. Bazan. 1976. Múltiple cropping in Tropical America. *In*: Multiple cropping. ASA special publication no. 27. pp. 51-61.
- QUINBY, J. R. and J. H. Martin. 1954. Sorghum improvement. *Adv. Agr.* 6: 305-359.
- REICHE, C. E., P. E. Hildebrand, S. R. Ruano y J. T. Wyld. 1976. El pequeño agricultor y sus sistemas de cultivos en ladera: Jutiapa, Guatemala. *In*: Informe Anual socio-economía, ICTA, Guatemala, 1976.
- RUANO, S. 1982. Investigación agrosocioeconómica en sistemas de cultivo. ICTA. GUATEMALA.

- SALGUERO, E. R. y C. L. Paul. 1986. Una comparación de dos sistemas de producción con maíz *Zea mays*, L. sorgo [(*Sorghum bicolor*, (L.) Moench)] y frijol (*Phaseolus* spp.) utilizados por los pequeños agricultores en Guatemala. XXXII Reunión Anual del PCCMCA, San Salvador, El Salvador.
- SCHWERDTFEGER, W. (Ed.) 1976. World survey of climatology. Vol. 12. Climates of Central and South America. Elsevier Publ.
- VELASCO, F. G. y C. L. Paul. 1986. Evaluación de variedades criollas de sorgo [(*Sorghum bicolor*, (L.), Moench)] en el sur de México. II Reunión Nal. de Sorgo, Culiacán, Sin., México, 14-17 Octubre, 1986.
- VITERITTI, A. 1969. Haití. In "World Atlas of Agriculture" Vol. 3. The Americas. Int'l Assoc. of Agric. Econs. Publ.
- WORLD OF INFORMATION. 1986. Latin America and Caribbean Review 1986. World of Information Publ., England.
- ZUVEKAS, C. Jr. 1978. Agricultural Development in Haiti. Office USAID/Haiti.