



# INFORMACIONES AGRONÓMICAS

de Hispanoamérica



Junio 2011 · No. 2

## CONTENIDO

Alivio de la pobreza a través de la fertilización balanceada de maíz y el desarrollo integral de la familia.....	1
Niveles de materia orgánica y pH en suelos agrícolas de la región pampeana y extrapampeana argentina .....	6
Calibración de análisis de suelos para potasio en café a partir de resultados obtenidos en una localidad .....	13
Uso de clinoptilolita como vehículo de fertilizantes nitrogenados en un suelo de la región pampeana argentina .....	16
Calibración de análisis de suelo en cafetales al sol y bajo semisombra .....	22
Es necesaria una fertilización balanceada para lograr altas producciones de alfalfa ..	35
Evaluación de métodos de diagnóstico de azufre en maíz: Indicadores de suelos e indicadores vegetales. Utilidad del medidor de clorofila .....	38
Reporte de Investigación Reciente .....	46
Cursos y Simposios .....	47
Publicaciones Disponibles .....	49

**Editores: Dr. Fernando O. García  
Dr. Raúl Jaramillo**

Se permite copiar, citar o reimprimir los artículos de este boletín siempre y cuando no se altere el contenido y se citen la fuente y el autor

[www.ipni.net](http://www.ipni.net)

## ALIVIO DE LA POBREZA A TRAVÉS DE LA FERTILIZACIÓN BALANCEADA DE MAÍZ Y EL DESARROLLO INTEGRAL DE LA FAMILIA

José Espinosa<sup>1</sup>, Arturo Melville<sup>2</sup> y Kenneth Hylton<sup>3</sup>

### Introducción

Un alto porcentaje de la población rural de Guatemala vive en la pobreza. Esta pobreza se observa en la mayoría de hogares y cada paso tendiente a librar a las familias rurales de esta carga puede contribuir a alcanzar prosperidad y estabilidad. Con un nivel tan alto de pobreza, el lograr que la gente de campo consiga ingresos económicos es especialmente importante. La producción de maíz es la principal actividad agrícola de las tierras altas de Guatemala, donde este cultivo es parte fundamental de la historia y cultura de la región. Para enfrentar los problemas de hambre y mal nutrición y para promover autonomía económica es necesario desarrollar un programa robusto de agricultura sostenible. La utilización de fertilizantes, de acuerdo con los conceptos de Manejo de Nutrientes por Sitio Específico (MNSE), es parte integral de este programa.

Extensas áreas de las tierras altas de Guatemala se cultivan con variedades de maíz suave de polinización abierta destinadas al consumo humano. Los agricultores son propietarios de fincas pequeñas y enfrentan limitaciones de capital y tecnología, lo que hace que la producción de grano sea generalmente baja. Sin embargo, existe el potencial de obtener rendimientos sostenibles, lo suficientemente altos, para lograr ingresos suficientes para mantener el hogar y crear ahorros que se puedan invertir en el mejoramiento de las fincas.

Según HELPS International, una organización no gubernamental (ONG), una familia de agricultores en las zonas rurales de Guatemala necesita de aproximadamente 1700 kg de maíz año<sup>-1</sup>, pero con el método tradicional de producción se obtienen solamente alrededor de 700 kg de maíz año<sup>-1</sup>. El jefe de familia tiene que trabajar fuera de su comunidad para obtener los recursos necesarios para comprar maíz adicional. El aumento de la capacidad de los agricultores para producir mayor cantidad de maíz ayudaría a las familias a lograr una mejor calidad de vida (**Foto 1**).

En el año 2006, HELPS International desarrolló e implementó un Programa de

<sup>1</sup> Ex Director IPNI-NLA. Director de Investigaciones de la Universidad Tecnológica Equinoccial Campus Santo Domingo. Ecuador. Correo electrónico: [jespinosa@ute.edu.ec](mailto:jespinosa@ute.edu.ec)

<sup>2</sup> HELPS International Guatemala: Correo electrónico: [amelville@helpsinternational.com](mailto:amelville@helpsinternational.com)

<sup>3</sup> Company Mosaic, USA. Correo electrónico: [kenneth.hylton@mosaicco.com](mailto:kenneth.hylton@mosaicco.com)



**Foto 1. Los productores de maíz en Guatemala tienen mucho interés por aprender una mejor forma de producción de maíz.**

Maíz para promover el desarrollo económico y rural en la provincia de Alta Verapaz en Guatemala. Este esfuerzo se inició en coordinación con DISAGRO, un distribuidor local de fertilizantes. A finales del 2008, el Instituto Internacional de Nutrición de Plantas (IPNI) y la compañía MOSAIC se unieron al programa. Desde su incorporación al programa, MOSAIC ha contribuido con experiencia agronómica y con el apoyo financiero para análisis de suelo y foliar y para ampliar considerablemente el programa en la región de Alta Verapaz. En la actualidad, MOSAIC contribuye aproximadamente con US \$ 400 000 anuales para la administración del programa y para ofrecer préstamos sin intereses a los productores. El reembolso de los préstamos es la principal condición para que los productores permanezcan en el programa. Las tasas de recuperación de los préstamos son superiores al 90%.

Las actividades del Programa de Maíz se iniciaron con la organización comunitaria. Se identificaron las comunidades rurales que deseaban participar en el programa y se contactó a sus líderes. Se estableció una asociación de productores en cada una de las comunidades, con sus respectivos consejos de administración, para manejar específicamente el Programa de Maíz. El objetivo general del programa era aumentar el rendimiento del maíz a través de asistencia técnica y crédito para fertilizantes y otros insumos agrícolas. El objetivo específico del Programa de Maíz fue el desarrollar las habilidades en los agricultores para producir suficiente maíz para cubrir las necesidades anuales de grano de la familia y que permita además tener un superávit para pagar el crédito y generar ahorros. Los ingresos adicionales pueden cubrir otras necesidades básicas de la familia, especialmente salud y educación.

La primera región donde se implementó el programa fue Cotzal, en Quiché, donde se empezó con 24 familias y 3.24 ha de tierra. HELPS ha trabajado en las comunidades de esta región por muchos años con otros programas de alivio de la pobreza. Los agricultores participantes poseen o alquilan pequeñas parcelas de tierra con un

tamaño promedio de 0.5 ha. Los principales factores que limitan la producción de maíz de los pequeños productores en las tierras altas de Guatemala son la erosión, la disminución de la fertilidad del suelo y el manejo inadecuado del cultivo. Investigación realizada con pequeños agricultores en las tierras altas de América del Sur ha demostrado que el manejo de la densidad de siembra y de los nutrientes puede sostener rendimientos suficientemente altos como para satisfacer las necesidades de alimentos de la familia, aumentando simultáneamente sus ingresos.

El uso prolongado de la tierra con el continuo cultivo de maíz, sin devolver los nutrientes removidos, degrada la fertilidad del suelo y reduce los rendimientos. La falta de ingresos de los agricultores impide el uso de fertilizantes y el ciclo de degradación se agudiza.

Fue obvio para HELPS que el uso de fertilizantes era un componente clave del programa. Sin embargo, el manejo del cultivo por los agricultores tampoco era conducente hacia altos rendimientos. Tradicionalmente, los pequeños agricultores mantienen una población de plantas muy baja de irregular distribución en el campo. Se colocan de cuatro a cinco semillas de las variedades locales de maíz por sitio de siembra. Estos sitios están ubicados a aproximadamente un metro de distancia entre sí (**Foto 2**). Las plantas que germinan en el sitio crecen de manera desigual debido a la competencia. Los agricultores suelen sembrar de esta manera para asegurar la supervivencia de una o dos plantas por sitio, lo que garantiza la cosecha de algo de maíz. Las iniciativas para introducir semilla de maíz híbrido no fueron aceptadas por los agricultores debido a que el grano no es apto para la preparación de tortillas y otros usos culinarios, en comparación con las variedades locales. Dadas estas condiciones, los primeros pasos del programa estuvieron encaminados a ayudar a los agricultores a elegir buena semilla y a desarrollar un buen programa de fertilización basado en la experiencia local. El primer año fue también el momento de la formación práctica de los promotores de HELPS, personal bilingüe, en su mayoría jóvenes de la zona, que tenían educación agrícola de escuelas de formación



**Foto 2. La siembra de cuatro o cinco semillas por sitio hace que las plantas de maíz crezcan en forma desigual, factor que contribuye al bajo rendimiento.**

profesional. El grupo estaba dirigido por un ingeniero agrónomo de DISAGRO.

El programa estableció un criterio básico de nutrición balanceada para la aplicación de fertilizantes. Las dosis de aplicación se basaron en la experiencia de DISAGRO y del consenso con otros expertos en la región. La dosis total de fertilizantes se fraccionó en dos aplicaciones, una en la siembra y otra 45 días más tarde. La siembra se realizó utilizando el método tradicional de los agricultores. Los resultados de la cosecha del primer año fueron alentadores, produciendo rendimientos de grano que oscilaron entre 3 y 5 toneladas métricas por hectárea ( $t\ ha^{-1}$ ) en los lotes fertilizados. Estos rendimientos son suficientes para satisfacer las necesidades anuales de grano de la familia del agricultor y para generar excedentes que permiten pagar los préstamos (**Foto 3**). El éxito del programa hizo que más agricultores se unan al proyecto en los años siguientes hasta llegar a un total de 54 comunidades, 1169 agricultores y 636 hectáreas en el 2010. El crecimiento del programa se presenta en las **Figuras 1 y 2**.

Basándose en la experiencia acumulada por el programa se implementó un enfoque más sistemático para entender el sistema de cultivo y acumular datos confiables para su manejo. En condiciones tropicales, el potencial de rendimiento y las necesidades de nutrientes varían entre las zonas agro-ecológicas donde se cultiva maíz. La región de Alta Verapaz en Guatemala es en cierta forma diferente de otras zonas del país donde hay más información sobre la producción de maíz. Estas diferentes condiciones sociales y de ambientes agro-ecológicos requieren de diferentes recomendaciones de fertilización y métodos de manejo del cultivo. Considerando que los pequeños agricultores rara vez utilizan el análisis de suelos se introdujo un enfoque basado en el concepto de MNSE. Este concepto se basa en la respuesta observada en la planta cuando se utiliza la técnica de las parcelas de omisión para evaluar la influencia de las condiciones agro-ecológicas en los requerimientos de nutrientes del cultivo y es una herramienta para desarrollar recomendaciones de fertilización que logren rendimientos altos y sostenidos (**Foto 4**).

Para este estudio se diseñó un experimento simple que comparó un tratamiento de fertilización balanceada con parcelas individuales de omisión de N y P. Todas las parcelas experimentales se sembraron con una población de 62 000 plantas  $ha^{-1}$  arregladas en hileras a 0.8 m de separación y en sitios de siembra ubicados a 0.4 m dentro de la hilera. En cada sitio se sembraron 2

semillas. Este es un cambio importante en el manejo del cultivo que se introdujo para asegurar una población uniforme. Los agricultores normalmente siembran 40 000 plantas  $ha^{-1}$ , ubicando de 4 a 5 semillas por sitio, distribuidas de manera desigual en el campo. La competencia en cada sitio de siembra hace que solo una o dos plantas produzcan bien, lo que reduce el potencial de rendimiento. Se diseñó un tratamiento de fertilización balanceada en base a la experiencia acumulada por el programa en los dos años anteriores. El nuevo tratamiento exploratorio de fertilización balanceada fue el siguiente: 146-90-74 kg de  $N-P_2O_5-K_2O\ ha^{-1}$  más 26 kg de  $MgO$ , 43



Foto 3. Comercialización de maíz de las áreas rurales de Guatemala.

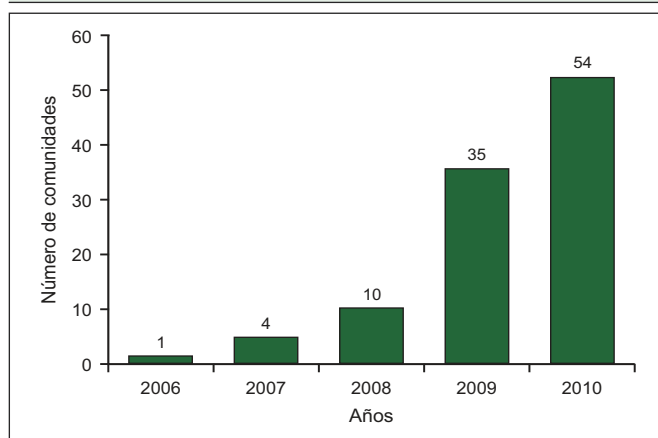


Figura 1. Incremento anual del número de comunidades incluidas en el Programa de Maíz.

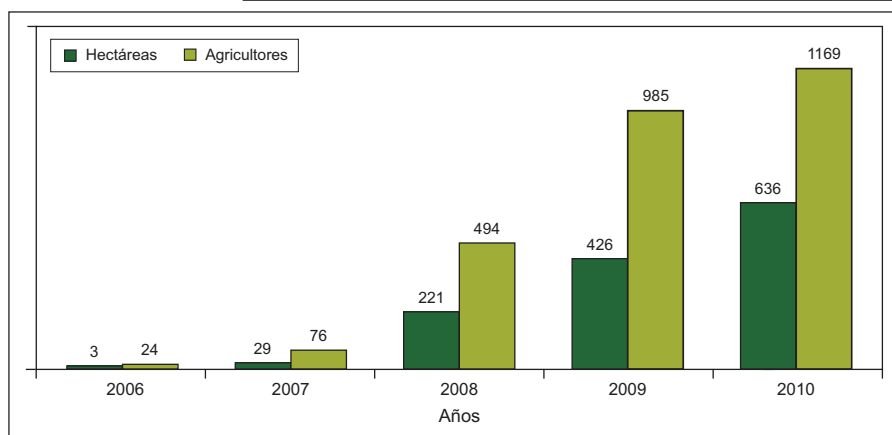


Figura 2. Incremento anual del número de hectáreas incluidas en el Programa de Maíz.



**Foto 4. Las parcelas de omisión ayudan a demostrar los efectos en el crecimiento y rendimiento del maíz cuando éste no recibe diferentes nutrientes.**

kg de S, 1.1 kg de Zn y 2.4 kg de B ha<sup>-1</sup>. Se establecieron también tratamientos de omisión de N y P. Estas parcelas se fertilizaron con todos los nutrientes excepto el nutriente omitido y permiten determinar el rendimiento que se puede obtener con la reserva de nutrientes del suelo. La dosis de N en el tratamiento completo y en la parcela de omisión de P se fraccionaron en tres aplicaciones durante el ciclo de crecimiento: 30% a la siembra, 35% en V6 y 35% en V10. Se establecieron 10 sitios experimentales en Alta Verapaz.

Los resultados de estos experimentos de campo determinaron con certeza la magnitud del rendimiento obtenible con el nuevo manejo y nutrición del cultivo, así como los rendimientos posibles cuando se limita el suplemento de N y P. Esto permitió conseguir información suficiente para calcular las dosis de nutrientes necesarias para lograr la meta de rendimiento en los años siguientes. Los resultados de los dos años de experimentación se presentan en la **Figura 3**.

Los rendimientos de grano de los 10 sitios variaron entre 2.7 y 4.6 t ha<sup>-1</sup> para el tratamiento completo, con un promedio de 3.7 t ha<sup>-1</sup>. El rendimiento en las parcelas de omisión de N varió de 2 a 3 t ha<sup>-1</sup>, con un promedio de 1.6 t ha<sup>-1</sup> y en las parcelas de omisión de P de 1.5 a 4.2 t ha<sup>-1</sup>, con un promedio de 2.7 t ha<sup>-1</sup>. La alta variabilidad

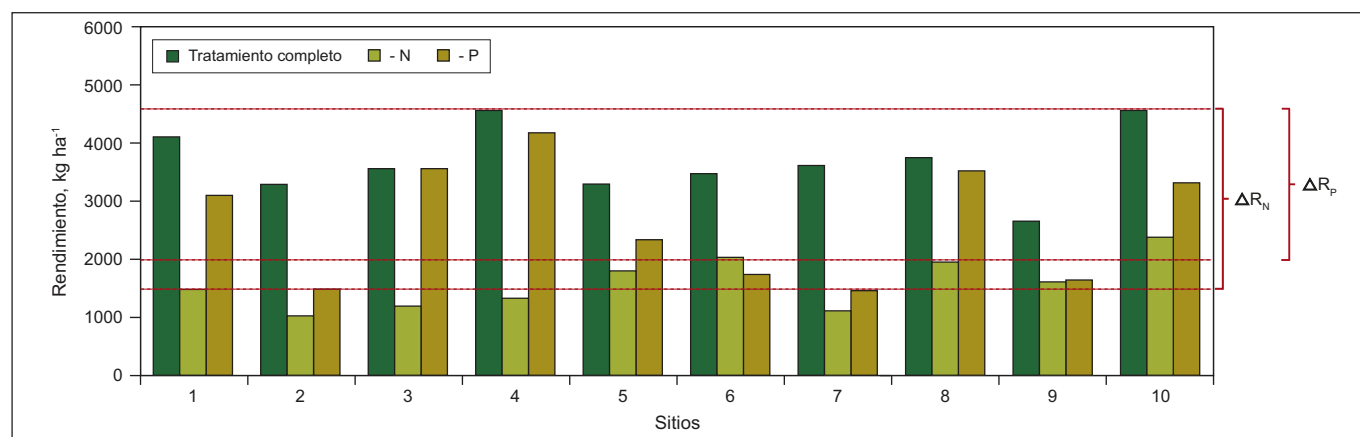
entre los sitios es comprensible dadas a las condiciones de relieve de los lotes y del natural ajuste de los agricultores al nuevo procedimiento de siembra. Los datos acumulados permiten asumir que un rendimiento de 4.5 t ha<sup>-1</sup> es una producción realista, posible de obtener en las condiciones prevalentes en Alta Verapaz. Otros experimentos conducidos en la región para evaluar fuentes de Zn han logrado rendimientos medios superiores a 5.5 t ha<sup>-1</sup> (datos no mostrados), rendimientos que pasarían a ser la meta de rendimiento para el futuro inmediato. También se puede suponer que normalmente se pueden obtener rendimientos de alrededor de 1.5 t ha<sup>-1</sup> sin la aplicación de N y 2.5 t ha<sup>-1</sup> sin P. Por último, también puede asumir una eficiencia agronómica (EA) de 20 kg de grano kg<sup>-1</sup> de N aplicado y 40 kg de grano kg<sup>-1</sup> de P aplicado. Estos datos se pueden utilizar como referencia para la producción de maíz en la región hasta que se obtengan cifras más precisas mediante investigación.

Un mejor manejo del cultivo y de los nutrientes incrementará los rendimientos y mejorará también la EA de N y P. Las dosis de N y P se calcularon de la siguiente manera:

$$\text{Dosis} = (\text{Rendimiento de la parcela completa} - \text{rendimiento de la parcela de omisión}) / \text{EA}$$

Las dosis de nutrientes calculadas con los supuestos indicados anteriormente son similares a los ya utilizados en el experimento: 150 y 90 kg ha<sup>-1</sup> de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente. La diferencia es que ahora existen parámetros concretos que definen el rendimiento obtenible y la EA. Estos parámetros se deben mejorar a través de mejor manejo del cultivo por parte de los agricultores. Este proceso ajustará progresivamente la dosis de nutrientes para el dominio de recomendación en Alta Verapaz. Un mejor manejo del cultivo y de los fertilizantes puede conducir a mayor rendimiento, mayor eficiencia en el uso de nutrientes y mayor rentabilidad para los agricultores locales.

El Programa de Maíz continuó en el campo durante los años 2009 y 2010, utilizando la experiencia adquirida en



**Figura 3. Rendimiento de maíz de 10 experimentos de campo en Alta Verapaz, Guatemala donde se comparó un tratamiento de fertilización balanceada con las parcelas de omisión de N y P (todos los nutrientes excepto el nutriente en cuestión). Se asume un rendimiento obtenible de 4500 kg ha<sup>-1</sup>.**

años anteriores. Una de las principales actividades durante este período fue el entrenamiento. Las sesiones de capacitación se llevaron a cabo para instruir primero a personal técnico del Programa, antiguo y nuevo, en la aplicación de las mejores prácticas de manejo que mostraron ser eficaces en el campo. A continuación el personal entrenado capacitó a los agricultores participantes y trabajó con ellos en el campo durante la siembra. Las diferencias entre los lotes de los agricultores que participaban en el programa y los lotes tradicionales se hicieron evidentes durante el ciclo de cultivo. Inmediatamente antes de la cosecha, el personal técnico brindó asistencia a los agricultores para mejorar la selección de semilla y se reforzó el entrenamiento, particularmente en distancias de siembra, control de plagas y enfermedades y manejo de nutrientes (**Foto 5**).

Se implementó también un proyecto piloto para desarrollar un Manual de Mejores Prácticas de Manejo del cultivo con el apoyo de la ENCA (Escuela Nacional Central de Agricultura). El manual se distribuyó entre el personal técnico y los agricultores. Después de la cosecha, el programa ayuda a los agricultores a vender su maíz a buen precio, cumpliendo de esta forma con uno de los principales objetivos del programa. El proceso de selección de nuevos participantes para la próxima temporada se inicia con la colaboración conjunta de técnicos y agricultores participantes.

### Proceso de mejoras del hogar

HELPS International ha ofrecido un programa de mejoras para el hogar desde hace varios años en muchas áreas rurales. Las inadecuadas condiciones de vida prevalentes en muchos hogares de zonas rurales de América Central profundizan el ciclo de pobreza. Aproximadamente la mitad de los habitantes de zonas rurales de Guatemala aún cocinan con fuego abierto en el interior de sus casas. Como resultado, existe una alta posibilidad de que se acumulen niveles letales de monóxido de carbono dentro de la casa.

La principal causa de muerte de niños menores de 5 años son las enfermedades pulmonares contraídas en hogares con cocinas interiores de fuego abierto. Además, las mujeres deben pasar varias horas al día recogiendo leña, o gastar la mitad de sus ingresos para comprar leña. Además ellas tienen que cuidar la lumbre por 5 a 6 horas al día. Estas condiciones elevan el riesgo de desarrollar problemas en los ojos e incluso la intoxicación mortal con monóxido de carbono. Las mujeres embarazadas pueden tener bebés de bajo peso con potenciales problemas pulmonares.

La solución de HELPS International a este problema fue el desarrollo de la estufa ONIL. Se trata de una cocina de un diseño altamente eficiente que permite preparar los alimentos con una fracción muy pequeña de leña en



Foto 5. El entrenamiento a los agricultores incluye la capacitación en la identificación de síntomas visuales de deficiencias nutricionales.



Foto 6. Los filtros de agua ayudan a mejorar la salud de la familia.

comparación con una cocina a fuego abierto. La salud y los beneficios ambientales derivados del uso de la estufa ONIL son impresionantes. La financiación inicial de la Fundación Shell permitió que se inicie la manufactura de estas estufas en dos fábricas, una en Guatemala y otra en México. En la actualidad se han instalado alrededor de 80 000 estufas en Guatemala y México. Además de la estufa ONIL, otros artículos para mejorar la calidad de vida en el hogar son las estufas al aire libre, filtros de agua (**Foto 6**) y sistemas de energía solar. Los participantes del Programa de maíz en el 2009 y 2010 también estuvieron involucrados en este programa de mejoras. La instalación de estufas y filtros de agua en los hogares de los agricultores participantes en el Programa de Maíz fueron un reconocimiento por su compromiso.

La experiencia adquirida por HELPS International con el Programa de Maíz y con el de mejoras del hogar en el 2009 y 2010 será útil para desarrollar un enfoque más integrado para mejorar la vida familiar. Siguiendo este enfoque, los pasos a implementarse en el futuro son la mejor distribución del espacio en los hogares para mantener a los adultos y los niños en ambientes diferentes y establecer pequeños huertos para proporcionar una mejor nutrición para la familia y para enseñar prácticas agrícolas básicas. □