

Cuadro 1. Rendimientos promedios en kg/ha de las diferentes densidades de siembra, evaluados con el cultivar criollo "calillo" en maíz de subsistencia. Sur de Soná, 1987.

Trat	Descripción		Rend. kg/ha			
	Distan.de siemb. (m)	Hileras Golpes	Dens. Plan/ha	San Lorenzo	Zancudo	Combinado Duncan
2	0.75	0.60	44,444	2712.9	2089.2	2400.6 A
4	0.80	0.60	41,666	2373.0	2410.7	2391.8 A
5	0.80	0.70	35,714	2636.7	2071.7	2354.2 A
1	0.75	0.50	53,333	2912.9	1727.6	2320.2 A
7	0.90	0.60	37,037	3309.8	2310.1	2260.0 A
10	1.0	0.50	40,000	2486.0	1868.3	2117.1 A
3	0.75	0.75	35,555	2470.9	1767.7	2119.3 A
8	0.90	0.70	31,746	2444.1	1674.0	2059.1 A
11	1.0	0.60	33,333	2139.5	1777.9	1958.7 A
9	0.90	0.80	27,777	2109.3	1573.6	1841.4 A
6	0.80	0.80	31,250	1732.7	1921.0	1826.8 A
12	1.0	0.70	28,751	2064.1	1906.7	1785.4 A
CV				26.93%	21.76%	24.95%

CV = Coeficiente de variación

ENSAYO EXPLORATORIO DE METODOS E INTERACCIONES DE ELEMENTOS EN LA APLICACION DE FERTILIZANTES EN EL CULTIVO DE MAIZ¹

O.A. Caceros*, P. Gonzalez*, I. Hidalgo*, B. Moscoso* y W.R. Raun**

RESUMEN

Durante varios años se ha trabajado en la Costa Sur con ensayos de fertilización, sin contar a la fecha con respuestas satisfactorias. En base a los anterior, se procedieron a realizar ensayos exploratorios en la evaluación de métodos de aplicación de fertilizantes y las interacciones de los distintos elementos con los siguientes objetivos: Establecer si existe respuesta a la aplicación de fertilizantes, establecer el mejor método de aplicar N,P,S y estiércol, y evaluar la urea versus sulfato de amonio y observar efectos en rendimiento del maíz a la interacción del fosforo con diferentes elementos.

* Contribución de al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA). Programa de maíz. Se agradece el apoyo técnico y económico del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en la conducción de esta investigación. ** Delegado Sub Regional, Técnicos de Prueba de Tecnología, Técnico Programa de Maíz, ICTA, Agronomo Regional, CIMMYT Apdo. Postal 231-A, Guatemala, Guatemala, C.A.

Se observó un efecto positivo con la aplicación de fertilizantes, aplicados juntos en banda, principalmente sulfato de amonio y triple super fosfato, efecto que en otros ensayos ha sido debido a un mayor sistema radicular dentro de la banda donde los elementos se encuentran juntos. Además, debido al cambio del pH en la rizosfera, se puede aumentar la disponibilidad del $H_2PO_4^-$. Con respecto a las fuentes de nitrógeno, sulfato de amonio, presentó una mayor respuesta a la fertilización en comparación con aplicaciones de Urea, pero el uso de sulfato de amonio aumentaría la acidez del suelo. Por esta razón, aplicaciones del $CaSO_4$ (sal neutra) fueron estudiadas como fuente de azufre y como una alternativa que aplicado junto con el fósforo permitiría una mayor disponibilidad del $H_2PO_4^-$ por los productos reactivos iniciales que se forman en el micro ambiente de la banda. La respuesta a la fertilización de P, S, y N observados en estos ensayos indican que existen interacciones antagonísticas entre estos elementos. Estudios futuros van a requerir una evaluación más profunda del método usado (bandas juntas o apartes) y las fuentes a emplearse.

Palabras claves: Zea mays L. azufre, fósforo, nitrógeno, ácido acético, potasio, estiercol.

INTRODUCCION

Durante varios años en la Sub-Región IV-3, se han realizado trabajos de fertilización en maíz con N-P-K, sin encontrar a la fecha respuestas satisfactorias. En algunos casos como el parcelamiento La Máquina, no se ha determinado una respuesta económica a la fertilización, es decir, que el incremento mínimo en rendimiento, no cubre económicamente la inversión hecha en esta práctica; por lo que actualmente no se recomienda fertilizar.

En base a lo anterior, al equipo de Prueba de Tecnología, conjuntamente con técnicos del Programa de Maíz, enfocó la investigación explorando métodos e interacciones de elementos en la aplicación de fertilizantes para tratar de encontrar una respuesta económica a esta práctica que beneficie a los agricultores de esta región.

En 1976, en el parcelamiento La Máquina, se evaluaron cuatro niveles de Nitrógeno 0, 30, 60, 90 kgs. de N/ha y siete formas de aplicación, llegándose a concluir que no existió respuesta a los niveles de nitrógeno aplicados. Este mismo año, también se evaluaron cuatro niveles de nitrógeno en cuatro formas de distribución de plantas, en donde se observó que la fertilización nitrogenada no presenta respuesta consistente, lo que está de acuerdo con otros resultados (3).

En 1977, se evaluó la "Respuesta a la aplicación de seis niveles de Nitrógeno y Fósforo, usando tres fuentes de nitrógeno en el cultivo de Maíz", en donde se concluyó que no existe diferencia significativa en los sectores A y C, con respecto a la aplicación de niveles de fertilizante y diferentes fuentes de nitrógeno. En el sector "B" del parcelamiento La Máquina, hubo diferencia estadística entre niveles de fertilización, pero no entre fuentes, considerándose los mejores niveles 100-60 y 150-60 de N y P_2O_5 . Estos niveles de fertilización no se

consideran económicamente rentables, por lo que se continuo con el problema de la no respuesta a la fertilización en el parcelamiento La Máquina. Este mismo año, se realizó un "Estudio sobre la respuesta a la fertilización nitrogenada, mediante la ruptura del suelo a 90 cm de profundidad y se concluyó que la capa dura o pie de arado como factor individual, no es responsable de la no respuesta económica a la aplicación de fertilizante nitrogenado. (4).

La diferencia en rendimiento entre el testigo y los tratamientos que incluyeron fertilización nitrogenada, nunca fué significativa bajo el punto de vista económico. Se continuo con la investigación y en siembras de segunda se evaluó la "Respuesta a la aplicación de seis niveles de N y P en maíz" en donde se observó que ninguno de los diferentes niveles de nitrógeno y fósforo incrementaron la producción en las áreas bajo estudio. (4). En 1978, se realizó una "Evaluación de respuesta a la fertilización con N-P-K-S, en donde se determinó que no se manifiestan efectos positivos marcados entre las interacciones N-P-K-S. Con la aplicación de Urea se alcanzó un incremento de 0.63 Tm/ha, en tanto el fósforo presentó un efecto negativo en todas las localidades, que provocó disminución en los rendimientos y con azufre se alcanzaron los mayores incrementos que fueron de 0.57 y 0.65 Tm/ha. (5).

En 1983, se inició la investigación en los parcelamientos Caballo Blanco, Santa Fe y El Rosario, evaluando la respuesta de dos tipos de labranza a la fertilización Nitro-fosforica y densidad de siembra, concluyéndose que adición de "N" favorecieron a todos los factores estudiados en cuanto a su respuesta en rendimiento. Los incrementos en rendimiento logrados por cada uno de los factores, no fueron significativos económicamente, siendo la mejor alternativa la mínima labranza, sin aplicación de fertilizante. (6).

En 1984, se realizó una evaluación agro-económica de los sistemas Maíz-ajonjolí, Maíz-frijol, de acuerdo a la preparación de suelo y fertilización, encontrándose que para una localidad, el mejor tratamiento fué de 45 kg. de N/ha, en mínima labranza y con el sistema Maíz-ajonjolí. (8). En 1985, se continuo con este tipo de evaluaciones en donde para la localidad ubicada en Caballo Blanco, se encontró que tanto para capital limitado como para capital ilimitado, el mejor tratamiento fué 90 kg. de N/ha y 45 kg. P_2O_5 /ha, en labranza tradicional. Para la localidad 2, ubicada en el mismo parcelamiento, los mejores rendimientos tanto para capital limitado como ilimitado, se obtuvieron con 90 kg. de N/ha en labranza tradicional, o bien 135 kg. de N/ha en mínima labranza. (9). Ya en 1986, se recomienda evaluar en ensayos agro-económicos los niveles 90-45 kg. de N y P_2O_5 /ha con la labranza tradicional, lo que equivale a 3.5 qq de 20-20-0 mas 1.5 qq de urea/mz. Para la practica de cero labranza, se recomienda evaluar 45-45 kg de N y P_2O_5 .ha utilizando 3.5 qq/mz. de 20-20-0. (10).

Los objetivos consisten en explorar métodos y fuentes de aplicación de fertilizantes en la región IV. También tratar de encontrar respuestas a preguntas comunes del área tales como: la no respuesta a la fertilización, grado de fijación del fósforo, efectos del uso de sulfato de amonio en la acidez del suelo, deficiencias de azufre. La duración del proyecto es de tres años.

MATERIALES Y METODOS

Localización del Experimento:

La investigación se realizó en los parcelamientos Caballo Blanco y la Máquina. El parcelamiento Caballo Blanco se encuentra ubicado en el departamento de Retalhuleu a 14 grados 28' latitud norte y 91 grados 48' longitud oeste (2). Según el trabajo realizado por De la Cruz (1), se encuentra ubicado en la zona de vida "Bosque húmedo Sub-Tropical Calido", que tiene como características climáticas una precipitación que va de 1200 a 2000 mm. anuales y una biotemperatura de 27 grados centígrados. La altitud sobre el nivel del mar es de 100 mts. (7).

De acuerdo a la clasificación de reconocimiento de suelos de Simmons, Tarano y Pinto (11), los suelos corresponden al grupo del Litoral del Pacífico y a la serie de suelos Ixtan arcilloso, cuyas características son: Suelos profundos, moderadamente bien drenados, desarrollados sobre material de grano fino en un clima cálido, húmedo seco, textura arcillosa color café muy oscura. El suelo es muy plástico y pegajoso cuando está húmedo y duro cuando está seco.

El parcelamiento La Máquina, se encuentra ubicado en el municipio de Cuyotenango, departamento de Suchitepequez y San Andrés Villa Seca, departamento de Retalhuleu, aproximadamente a 14 grados 23' latitud norte y 90 grados 35' longitud oeste, con una altura que varía entre 6 y 150 msnm. (2). Ecológicamente esta clasificado como zona tropical seca en la mayor parte de su area, con una temperatura media de 27 grados centígrados. La precipitación anual media es de 1860 mm (1). La serie de suelos predominante, según Simmons (11), es Extan, arcilloso y en menor escala Ixtan franco limoso, aunque se encuentran suelos de la serie Champerico en pequeñas áreas asociadas con las anteriores.

Manejo del Experimento

Se estableció un total de cinco ensayos, tres en el parcelamiento La Máquina y dos en el parcelamiento Caballo Blanco, en terrenos de agricultores colaboradores; quienes prepararon el terreno con un paso de arado y dos de rastra. El diseño estadístico utilizado fue un bloques al azar con 14 tratamientos y 4 repeticiones. La unidad experimental consistió en seis surcos de seis metros de largo, separados a 0.90 mts. entre si y 0.50 mts. entre plantas, para hacer un área de 32.4 mts. cuadrados por parcela y un area total de 1.184.4 mts. cuadrados.

La siembra se realizó en los primeros 15 días del mes de junio, cuando las lluvias estuvieron establecidas. La fertilización se realizó al momento de la siembra con los siguientes tratamientos y dosis.

- 1) Sulfato de Amonio en banda y P_2O_5 en banda aparte.
- 2) Sulfato de Amonio en banda y P_2O_5 en banda, juntos.
- 3) Sulfato de Amonio, P_2O_5 y $CaSO_4$, en banda, juntos.
- 4) Sulfato de Amonio, P_2O_5 , $CaSO_4$ y Estiercol en banda juntos.
- 5) 46-0-0, P_2O_5 y $CaSO_4$ en banda junto.
- 6) Sulfato de Amonio, P_2O_5 y Estiercol en banda juntos.
- 7) Sulfato de Amonio en banda aparte, P_2O_5 y Estiercol en banda juntos.

- 8) 46-0-0 en banda aparte, Acido Acetico y P_2O_5 en banda junto.
- 9) Sulfato de Amonio y $CaSO_4$ en banda juntos, P_2O_5 en banda aparte.
- 10) Sulfato de Amonio y KCl en banda juntos.
- 11) 46-0-0 en banda solo (Testigo)
- 12) 18-46-0 y Estiercol en banda juntos.
- 13) Sulfato de Amonio solo, en banda.
- 14) Testigo Absoluto, sin fertilización.

Dosis utilizadas

- A) NITROGENO: 100 kg de N/ha.
 - a) Urea 46-0-0
 - b) Sulfato de Amonio 21-0-0
- B) FOSFORO: 50 kg P_2O_5 /ha.
- C) SULFATO DE CALCIO: ($CaSO_4$) 57 kg de $CaSO_4$ /ha.
- D) ESTIERCOL: 1 Ton/ha.
- E) ACIDO ACETICO: 10 Lts. de acido acetico/ha.
- F) CLORURO DE POTASIO: (KCl) 139 kg de KCl/ha.
- G) 18-46-0: 181 kg/ha.

El control de malezas se efectuó en forma química, utilizando Atrazina a razón de 2 kg/ha de Gesaprim 80, en forma pre-emergente al cultivo y a la maleza. El control de plagas se realizó utilizando Methamidophos (Tamaron), Methomyl (Lannate) y Phoxim (Volaton), a razón de 1.5 lts/ha y 9 kg. de granulado/ha. La dobla se realizó a los 90 días cuando el maíz llegó a su madurez fisiológica.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los análisis de varianza de los sitios experimentales (1, 2 y 3) establecidos en La Máquina, se presentan en los cuadros 1, 3 y 5, y en los cuales se presentan altas diferencias significativas entre tratamientos. Tomando en cuenta estas diferencias significativas, se procedió a realizar una comparación múltiple de medias mediante la Prueba de DUNCAN, las cuales se presentan en los cuadros 2, 4 y 6.

En el sitio experimental 1 se observa cierta tendencia hacia una mejor respuesta a la fertilización cuando el sulfato de amonio fue aplicado junto con el triple superfosfato, en banda comparación cuando se aplicó separadamente en bandas los mismos elementos (trat. 1 vrs. 2). Situación similar ocurrió cuando se aplicó sulfato de amonio, triple superfosfato y estiercol en banda junto, en comparación a la aplicación sulfato de amonio en banda aparte, triple superfosfato y estiercol en banda junto (trat. 6 vrs. 7).

Con respecto a las fuentes de nitrógeno, el sulfato de amonio presentó cierta tendencia hacia una mayor respuesta a la fertilización que la urea (Trat. 11 vrs. 13).

Observando el comportamiento del testigo absoluto, se puede ver que en este caso superó a los tratamientos sulfato de amonio en banda aparte,

triple sulfato y estiercol en banda juntos, sulfato de amonio, sulfato de amonio en banda aparte y triple superfosfato en banda aparte y Urea.

En el sitio experimental 2, tambien se observa que aplicaciones de sulfato de amonio y fosforo en banda juntos, presentan tendencia a una mejor respuesta a la fertilización, en comparación cuando dichos elementos son aplicados en banda aparte (Trat. 1 vrs. 2). El tratamiento sulfato de amonio, fosforo y estiercol en banda juntos, tambien presentan una tendencia a una mejor respuesta a la fertilización que cuando se aplicó sulfato de amonio aparte y fosforo y estiercol juntos (Trat. vrs. 7).

A aplicacion de sulfato de amonio solo, presento una tendencia a incrementar los rendimientos en comparación con la aplicación de solo Urea sola (Trat. 11 vrs. 13); esto corroborado con la respuesta obtenida con los tratamientos sulfato de amonio, fosforo y sulfato de calcio en banda juntos, que mostró una tendencia hacia una mayor respuesta en comparación con Urea, fosforo y sulfato de calcio juntos (Trat. 3 vrs. 5).

En el sitio experimental 3, se obtuvieron algunas respuestas diferentes de los sitios anteriores, tal es el caso del tratamiento Urea aparte y fosforo mas ácido acetico en banda junto, que es el que presenta la mejor tendencia hacia una mayor respuesta a la fertilización. Esta respuesta esta de acuerdo a los conceptos desarrollados por Watanabe, 1966, donde cargas positivas en arcillas alofonicas fueron neutralizadas, usando ácido humico. (12). Con el uso de ácido acetico dentro de la banda de fosforo, se esperaba reducir la fijación de fosforo por el alofano; de este modo, alguna degradación de la estructura del alofano seria obtenida, esto en efecto podría mejorar el uso eficiente del fosforo. Aunque es hipotético de hecho requiera futuras evaluaciones.

Tambien se observó, que aplicaciones de sulfato de amonio y fosforo en banda aparte, presentaban tendencias hacia una mejor respuesta a la fertilización (Trat. 1 vrs. 2). Situación similar se presentó para las aplicaciones de sulfato de amonio aparte y fosforo más estiercol juntos en banda, en comparación con el tratamiento en que se aplicaron estos mismos elementos en banda juntos (Trat. 6 vrs. 7). Aplicaciones de sulfato de amonio en banda solo, se obtuvo una tendencia a obtener una mejor respuesta, que aplicando solamente urea.

El testigo absoluto fue superado por el resto de los tratamientos evaluados, lo que nos da un índice de respuesta a la fertilización. Los análisis de varianza de estos sitios experimentales (4 y 5), establecidos en el parcelamiento Caballo Blanco, se presentan en los cuadros 7 y 9, en los cuales se observan altas diferencias significativas entre tratamientos; razon por la cual se procedio a efectuar la comparación múltiple de medias utilizando la Prueba de DUNCAN, los que se presentan en los cuadros 8 y 10, respectivamente. En este cuarto sitio experimental, nuevamente se observa una tendencia hacia una mejor respuesta a la fertilización, cuando el sulfato de amonio fue aplicado junto en banda con el fosforo en comparación o

contraste cuando se aplicó separadamente en bandas los mismos elementos, (Trat. 1 vrs. 2).

Comportamiento similar se observó en los tratamientos donde se aplicó sulfato de amonio, fosforo y estiercol, junto en banda versus sulfato de amonio en banda aparte, versus fosforo y estiercol en banda juntos (Trat. 6 vrs. 7). Es importante hacer notar que cuando se aplicó en banda junto al sulfato de amonio, fosforo y estiercol, se observó una tendencia a incrementar los rendimientos que cuando aplicamos sulfato de amonio y fosforo junto en banda, donde se puede inferir algun efecto positivo del estiercol en el incremento de los rendimientos.

Con respecto a las fuentes de nitrógeno, se puede observar que aplicando solamente urea, se marca tendencia a una mayor respuesta a la fertilización, que cuando se aplicó unicamente sulfato de amonio. Este comportamiento observado en las fuentes de nitrógeno, tambien se presentó en los tratamientos donde se aplicó urea, fosforo y sulfato de calcio en banda junto en comparación con aplicaciones de sulfato de amonio, fosforo y sulfato de calcio, aplicados también en banda junto (Trat. 5 vrs. 3).

Todos los tratamientos donde se aplicó fertilizante, superaron significativamente al testigo absoluto, lo que nos indica que existe para este sitio experimental, una respuesta a la fertilización.

En el sitio experimental 5, existen algunas variantes en las respuestas obtenidas con respecto a las aplicaciones de sulfato de amonio y fosforo, ya sea junto o separado en banda. En esta oportunidad, aplicaciones de sulfato de amonio en banda aparte y fosforo aparte, mostraron una tendencia a obtener una mayor respuesta a la fertilización en comparación a aplicaciones en banda junto de estos elementos. (Trat. 1 vrs. 2). Los tratamientos de sulfato de amonio, fosforo y estiercol, aplicado en banda junto, mostró una tendencia positiva a la respuesta de la fertilización en comparación con el tratamiento donde el sulfato de amonio se aplicó aparte, el fosforo y estiercol en banda junto. (Trat. 6 vrs. 7).

Con respecto a las fuentes de Nitrógeno, aplicaciones de urea mostraron una tendencia a incrementar los rendimientos en comparación con aplicaciones de sulfato de amonio. En el cuadro 11, se presentan los resultados de los analisis de suelo y en el cual se observa que el sitio experimental 3 localizado en La Máquina, presentó el nivel más bajo de fosforo, pero también fué la que obtuvo la mejor respuesta a las aplicaciones de fosforo. En general, todos los sitios experimentales fueron deficientes en fosforo, excepto el sitio 5 localizado en Caballo Blanco.

CONCLUSIONES

Se concluye de esta investigación que aplicaciones de sulfato de amonio y triple super fosfato en banda juntos presentaron una respuesta positiva a la fertilidad en contraste cuando estas fuentes fueron aplicadas en banda separada. Esto es debido a dos efectos; 1. bandas juntos han demostrado mayor eficiencia en el uso del N y el P porque en la banda la raíz encuentra estos dos elementos. Es bien conocido que el

sistema radicular es mas voluminoso el área (o bandas donde se encuentra el P, especialmente cuando P sea limitante en la producción) donde el fosforo fue aplicado localizado., 2. hay un efecto sinergístico en el cual la asimilación del amonio disminuye el pH alrededor de la raíz en el cual aumentamos la disponibilidad del ion ortofosfato H_2PO_4 el cual es asimilado mas que las otras especies ortofosfatos a un pH bajo. En suelos aun ácidos, aumentamos la acidez en la rhizosfera cuando amonio es asimilado por la raíz.

En tres de los sitios experimentales evaluados, aplicaciones de sulfato de amonio presentaron una tendencia hacia una mejor respuesta a la fertilización que cuando se utilizo urea como fuente de nitrogeno.

La deficiencia de azufre en suelos del tropico (Guatemala) es ampliamente conocido, de donde los tratamientos de azufre tuvieron un efecto positivo en el rendimiento. Pero, esta observación se tiene que usar con mucho cuidado especialmente utilizando sulfato de amonio como fuente de azufre ya que esta fuente de nitrógeno podría causar problemas en suelos con tendencia a acidez.

Las aplicaciones de ácido organico (ácido acetico) tienen una tendencia de quebrar la estructura mineral del alofano e imogolita lo cual permitiría reducir la fijación del fosforo en suelos de origen volcanico. Esto aunque no fue observado en todas las localidades bajo estudio, se detectó un efecto positivo en aplicar 10 litros de ácido acetico junto con la aplicación en banda del fosforo en un suelo con un pH bajo.

Un concepto básico investigado fue estimar el efecto de aplicar el sulfato de calcio junto con el fosforo en banda para precipitar el fosforo como producto reactivo DCPD, y DCP (dicalcio difosfato dihidrato, dicalcio fosfato respectivamente) con lo cual se espera tener disponibilidad de fosforo con respecto a tiempo. La reacción inicial de tener una posible super saturación de la banda con respecto al calcio permite la formación de los productos DCPD y DCP mencionados. Evitar la fijación inicial del fosforo como quelato de alofano o imogolita por usar este metodo de aplicacion ($CaSO_4 + P$ juntos) podría tener mayor impacto en Centro America cual es un área con deficiencias de fosforo y que contiene altos niveles de ceniza volcanica.

Como se habia mencionado, las deficiencias de azufre en suelos ácidos son de mayor interés porque el uso común del sulfato de amonio no se va poder continuar. Este método de aplicación del $CaSO_4$ (sal neutra cual no aumentaria la acidez del suelo) junto con el fosforo podría evitar los efectos ácidos del sulfato de amonio y al mismo tiempo aumentar la disponibilidad del fosforo en el suelo. Investigaciones previas también han indicado que existe una interacción antagonistica con respecto al azufre (iones de sulfato) y aplicaciones de P, especialmente en suelos donde existe una capacidad intercambiable anionica (en este caso, SO_4^- aderido al complejo intercambiable del suelo). Recordando que el fosforo se fija o forma complejos con varios elementos, se puede argumentar que aplicaciones de fosforo van a intercambiar con el SO_4^- en el complejo intercambiable del suelo lo cual permitiría la lixiviación del SO_4^- . Esto solo se ha detectado en suelos ácidos

LITERATURA CITADA

- Cruz, J.R., de la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
- Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. 1972. Atlas de Guatemala. Esc. varias. 45 p.
- Instituto De Ciencia y Tecnología Agrícolas. (ICTA) 1976. Informe Equipo Integrado de Producción "C". P. 46, 56.
- 1977. Informe Equipo de Prueba de Tecnología Sub-Region IV-3. Retalhuleu, Guatemala. P.59, 100.
- , 1978. Informe Técnico Equipo de Prueba de Tecnología. Parcelamiento La Máquina. Guatemala. P. sin numero.
- , 1983. Informe Técnico, Equipo de Prueba de Tecnología Sub-Region IV-3. Retalhuleu, Guatemala. P. 69.
- , 1984. Sondeo de los Parcelamientos Caballo Blanco, Santa Fe, El Reposo, El Rosario y Monterrey. Socioeconomía Rural. Guatemala. P. 17.
- , 1984. Informe Técnico Equipo de Prueba de Tecnología Sub-Región IV-3, Retalhuleu, Guatemala. P. 70.
- , 1985. Informe Técnico Equipo de Prueba de Tecnología Sub-Region IV-3, Retalhuleu. Guatemala. P. 67.
- , 1986. Informe Técnico Equipo de Prueba de Tecnología Sub-Region IV-3, Retalhuleu. Guatemala. P. 47.
- Olson, R.A., and A.F. Dreier. 1956. Nitrogen, a key factor in fertilizer phosphorus efficiency. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 20:509e-e514.
- Raun, W.R., D.H. Sander and R.A. Olson. 1987. Phosphorus fertilizer carriers and their placement for minimum till corn under sprinkler irrigation. Soil Sci. Soc. Am. J. 51:1055-1062.
- Simmons, C.H., Taramo, J.M.; Pinto, J.A. 1959. Clasificación de reconocimiento de suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala. Jose de Pinoda Ibarra. P. 175-293.
- Watanabe, Y. 1966. Nat. Inst. Agr. SC. Japan, Bull. B16:91-140. (J-E).

Cuadro 1. Analisis de varianza en ensayos exploratorios de métodos e interacciones de elementos de aplicación de fertilizantes en el sitio experimental 1, La Máquina. Sub-Región IV-3, Retalhuleu 1988

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	Sig
					0.05	0.01
Repet.	3	12567916.20	4189305.40	9.37	2.85	4.34 **
Trat.	13	17269825.06	1328448.05	2.97	1.96	2.59 **
Error	39	17438573.79				

CV, % = 17.0

Cuadro 2. Comparación múltiple de medias, mediante la prueba de DUNCAN para el sitio experimental 1, La Máquina. Sub-region IV-3, Retalhuleu, 1988.

Tratamiento	Rendimiento Kg/ha
06) (Sulf. Am. P ₂ O ₅ y Estiercol)	4770.4 a
04) (Sulf. Am. P ₂ O ₅ , CaSO ₄ y Estiercol)	4747.0 a
12) (18-46-0 y Estiercol)	4546.0 a
08) (Urea) (P ₂ O ₅ y Acido Acetico)	4318.0 ab
03) (Sulf. Am., P ₂ O ₅ y CaSO ₄)	4169.3 ab
09) (Sulf. Am. y Ca SO ₄) (P ₂ O ₅)	4131.7 ab
02) (Sulf. Am. P ₂ O ₅)	4037.4 ab
05) (Urea, P ₂ O ₅ y CaSO ₄)	3856.6 ab
10) (Sulf. Am. y KCL)	3610.0 bc
14) Testigo Absoluto	3539.1 bc
07) (Sulf. Am.) (P ₂ O ₅ y Estiercol)	3507.9 bc
13) (Sulf. Am.)	3492.9 bc
01) (Sulf. Am.) (P ₂ O ₅)	3430.3 bc
11) (Urea)	2735.9 c

() indica que los fertilizantes fueron aplicados juntos

Cuadro 3. Analisis de varianza en ensayos exploratorios de métodos e interacciones de elementos en aplicaciones de fertilizantes para el sitio experimental dos - La Máquina. Sub-Región IV-3, 19

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	Sig
					0.05	0.01
Repet.	3	148185.89	493950.63	5.60	2.05	4.34 **
Trat.	13	6006479.08	462036.25	5.43	1.96	2.59 **
Error	39	3321324.68				

CV, % = 5.5

Cuadro 4. Comparación múltiple de medias mediante la prueba de Duncan en la localidad La Máquina. Sub-Región IV-3, Retalhueu 1988.

Tratamiento	Rendimiento Kg/ha
04) (Sulfato de Am., P_2O_5 , $CaSO_4$, estierco)	5766.6 a
02) (Sulfato de Amonio - P_2O_5)	5576.9 ab
06) (Sulf. Am. P_2O_5 , estiercol)	5551.9 ab
13) (Sulf. Am.)	5406.3 abc
03) (Sulfato de Amonio, P_2O_5 , $CaSO_4$)	5338.1 bc
10) (Sulf. Am. y KCl)	5335.6 bc
07) (Sulf. Am.) (P_2O_5 , estiercol)	5297.5 bc
11) (Urea)	5287.6 bc
01) (Sulfato de Amonio) (P_2O_5)	5276.8 bc
09) (Sulf. Am. y $CaSO_4$) (P_2O_5)	5252.1 bc
05) (Urea, P_2O_5 y $CaSO_4$)	5242.9 bc
08) (Urea) (P_2O_5 , ácido acético)	5229.5 bc
12) (18-46-0 y estiercol)	5117.4 c
14) Testigo Absoluto	4255.9 d

Cuadro 5. Analisis de varianza en ensayos exploratorios de métodos e interacciones de elementos en la aplicación de fertilizante en el sitio experimental 3, La Máquina. Sub-Región IV-3, Retalhueu 1988.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft		Sog
					0.05	0.01	
Repet.	3	503176.772	167725.591	2.96	2.85	4.34	*
Trat.	13	2870179.953	220783.073	3.90	1.96	2.59	**
Error	39	2207969.076	566114.592				

CV, % = 4.5

Cuadro 6. Comparación múltiple de medias la prueba de Duncan para la localidad de Maquina (I) Sub-Región IV-3, Retalhuleu 1988.

Tratamientos	Rendimiento Kg/ha
08) Urea (P_2O_5 - Acido acético)	5445.4 a
07) (Sulfato de Amonio) (P_2O_5 - estier)	5414.1 a
Sulfato de Amonio en banda solo	5376.8 a
(Sulfato de Amonio - KCL) en banda junto	5359.7 a
(Sulfato de Amonio - P_2O_5 - estiercol)	
en banda	5344.9 a
(Sulfato de Amonio) (P_2O_5) en banda	5341.8 a
03) (Sulfato de Amonio, P_2O_5 y $CaSO_4$)	5301.1 a
(Urea) solo	5297.8 a
04) (Sulfato de Amonio, P_2O_5 , $CaSO_4$, estiercol)	5240.6 ab
05) (Urea, P_2O_5 , $CaSO_4$)	5234.8 ab
09) (Sulfato de Amonio, $CaSO_4$) (P_2O_5)	5233.4 ab
02) (Sulfato de Amonio, P_2O_5)	5156.2 ab
12) (18-46-0 - estiercol)	4956.6 b
14) Testigo Absoluto	4534.9 c

Cuadro 7. Analisis de varianza en ensayos exploratorios de métodos e interacciones de elementos en aplicaciones de fertilizantes en el sitio experimental 4. Caballo Blanco. Sub-Region IV-3, 1988.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 0.05	Sig 0.01
Repet.	3	29504.22	9834.74	0.12	2.85	4.34 NS
Trat.	13	6194536.45	476502.80	5.61	1.96	2.59**
Error	39	3319238.67				

CV, % = 4.5

Cuadro 8. Comparación múltiple de medias mediante la prueba de Duncan para la localidad Caballo Blanco (1).

Tratamientos	Rendimiento (Kg/Ha)
06) (Sulf. Am. P ₂ O ₅ y estiercol)	6821.4 a
10) (Sulf. Am. y K ₂ CO ₃)	6707.6 ab
02) (Sulf. Am. y P ₂ O ₅)	6620.4 abc
05) (Urea, P ₂ O ₅ y CaSO ₄)	6603.1 abc
11) (Urea)	6569.7 abc
08) (Urea) (P ₂ O ₅ , ácido acético)	6479.4 abcd
03) (Sulf. Am. P ₂ O ₅ y CaSO ₄)	6464.1 abcd
01) (Sulf. Am.) (P ₂ O ₅)	6416.5 bcd
09) (Sulf. Am., CaSO ₄) (P ₂ O ₅)	6345.0 bcd
04) (Sulf. Am., P ₂ O ₅ CaSO ₄ y estiercol)	6337.5 bcd
13) (Sulf. Am.)	6283.4 cd
06) (Sulf. Am.) (P ₂ O ₅ y estiercol)	6273.6 cd
12) (18-46-0 y estiercol)	6150.0 d
14) Testigo Absoluto	5376.5 c

Cuadro 9. Analisis de varianza en Ensayos Exploratorios de Métodos e Interacciones de elementos en la aplicación de fertilizantes en el sitio experimental 5. Caballo Blanco. Sub-Región IV-3, 1988.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	Sig
					0.05 0.01	
Repet. 3		87385.449	291795.15	2.72	2.85	4.34 *
Trat. 13		4212594.632	324045.74	3.02	1.96	2.59 **
Error 39		4185626.929				
CV, % = 4.9						

Cuadro 10. Comparación múltiple de medias mediante la prueba de Duncan para la localidad Caballo Blanco (5). Sub Región IV-3, Retalhuleu 1988.

Tratamientos	Rendimiento (Kg/Ha)
03) (Sulf. Am., P ₂ O ₅ y CaSO ₄)	6772.3 a
08) (Urea) (P ₂ O ₅ y ácido acético)	6897.2 ab
06) (Sulf. Am., P ₂ O ₅ y estiercol)	6843.9 abc
01) (Sulf. Am.) (P ₂ O ₅)	6839.0 abc
02) (Sulf. Am. y P ₂ O ₅)	6825.6 abc
07) (Sulf. Am.) (P ₂ O ₅ y estiercol)	6790.6 abc
04) (Sulf. Am., P ₂ O ₅ y CaSO ₄ y estiercol.)	6736.4 abc
11) (Urea)	6732.2 abc
09) (Sulf. Am. y CaSO ₄) (P ₂ O ₅)	6530.2 abcd
10) (Sulf. Am. y K ₂ CO ₃)	6480.0 bcde
05) (Urea, P ₂ O ₅ y CaSO ₄)	6451.7 bcde
13) (Sulf. Am.)	6409.6 cde
14) Testigo Absoluto	6117.4 de
12) (18-46-0 y estiercol)	6084.8 e

Cuadro 11. Analisis de suelo de los cinco sitios experimentales en los ensayos exploratorios de métodos de interacciones de elementos en aplicaciones de fertilizantes. Sub-Región IV-3, Retalhuleu 1988.

Sitios Experimentales	pH	P ug/ml	K ug/ml	Ca meq/100ml	Mg
1. La Máquina	6.3	10.83	180	10.71	2.46
2. La Máquina	6.4	5.83	105	10.35	2.46
3. La Máquina	6.0	2.50	120	8.10	1.68
4. Caballo Blanco	6.0	13.33	232	7.47	1.32
5. Caballo Blanco	5.8	24.00	245	8.10	1.68

INFLUENCIA DE LAS APLICACIONES DE FERTILIZANTES QUIMICOS, ENMIENDAS AGRICOLAS (CAL Y GALLINAZA) SOBRE EL RENDIMIENTO DE MAIZ EN EL ALTIPLANO DE INTIBUCA 1988.

Justiniano Díaz Muñoz* y Norma R. Vindel Díaz**

INTRODUCCION

En la región de La Esperanza se está trabajando desde 1984 en fertilización (N-P), las conclusiones no son coherentes en La Esperanza se encontró que 75 kg de N/ha presentan la mejor tasa de retorno (170%) y que es más adecuado la aplicación de este elemento, en la sub-región de Marcala obtuvieron respuesta con el nivel 32-36 kg N-P/ha. En vista de ello, se propuso ampliar los rangos de exploración a elementos químicos no tradicionales como el ácido cítrico, enmiendas agrícolas (cal y gallinaza) con el objetivo de determinar la mejor forma de aplicación de los fertilizantes químicos junto a la cal y la gallinaza, medir la reacción del ácido cítrico para determinar si favorece la disponibilidad del fósforo y efectuar comparaciones en las diferentes formas de aplicación.

OBJETIVOS

Determinar la mejor forma de aplicación de los fertilizantes químicos junto a la cal y la gallinaza sobre el rendimiento de maíz.

* Ingeniero Agrónomo, Encargado del Sub-Proyecto de Maíces de Altura, Recursos Naturales. La Esperanza, Intibucá; ** Ingeniero Agrónomo, Investigador en Finca. La Esperanza, Intibucá.