

## FERTILIZACION QUIMICA DEL MAIZ EN COSTA RICA

Carlos A. Salas y Nevio Bonilla

Es posible que el bajo rendimiento promedio del maíz en Costa Rica además de otras causas, esté limitado por una deficiencia de elementos nutritivos en el suelo. Por esta razón se hicieron en 1962 como en otros años varias pruebas en diferentes lugares del país, en lo que a fertilización química se refiere.

El principal objetivo de estas pruebas fue determinar los diferentes patrones de respuesta a los elementos **Nitrógeno**, **Fósforo** y **Potasio** en los tres tipos de suelos que predominan en nuestro país y son los siguientes:

**Zona (a).**—Suelos livianos originados en depósitos de arenas volcánicas que generalmente se extienden a lo largo de la costa del Pacífico y Atlántico y cuyas altitudes fluctúan de 0 a 300 metros sobre el nivel del mar. Las localidades incluidas como representativas de esta zona son: Liberia como Zona Pacífico y Los Diamantes como Zona Atlántica.

**Zona (b).**—Suelos pesados rojos que generalmente ocupan las faldas de la Cordillera Central y son frecuentes tanto en el Pacífico como en el Atlántico. Las localidades escogidas como correspondiendo esta zona fueron Alajuela, La Garita y Atenas.

**Zona (c).**—Suelos pesados o livianos que se extienden sobre la Cordillera Central y cuya altitud fluctúa entre 500 a 1500 metros sobre el nivel del mar, tomándose como representación de esta zona la localidad de Los Angeles, Heredia.

En la realización de estas pruebas se emplearon los diseños de bloques al azar y bloques al azar en arreglo factorial. El área de la parcela varió entre 12 y 23 m<sup>2</sup>. La densidad usada fue de 30.000 y 40.000 plantas por hectárea con un distanciamiento en plantas de un metro y 0.50 m. para la 1ª. y 2ª. respectivamente, quedando tres plantas por sitio cuando se usó la primera densidad y dos cuando se usó la segunda, manteniéndose entre ambas la misma distancia entre surcos, un metro. El número de repeticiones varió de 4 a 5. Las fuentes de elementos usadas fueron: para el Nitrógeno, Urea; (45%), para el Fósforo, el superfosfato-triple; (46%) y para el Potasio (60%). Las aplicaciones se efectuaron así: el Fósforo y el Potasio a la siembra y el Nitrógeno

30 ó 45 días después de haber efectuado ésta. Se cosecharon los experimentos una vez que alcanzaron su madurez y el rendimiento se ajustó considerando el grano al 12% de humedad. Para efectuar este paso fue necesario considerar el área de la parcela y su relación a la hectárea; el porcentaje de materia seca, el porcentaje de desgrane y el factor de conversión a usar para obtener finalmente el rendimiento en Kgs./Ha.

Obtenido el rendimiento de cada uno de los tratamientos que alcanzaron la significación e incrementaron la cosecha, fue necesario considerar también los siguientes aspectos: Valor del Incremento; para lo que se fijó un precio mínimo para el maíz de C \$ 160.00 la fanega (800 libras), Costo de producción de incremento que incluyó el valor del fertilizante, aplicación, cosecha, desgrane y costo de envases. Se fijaron los siguientes precios para cada uno de los fertilizantes a saber: Urea a C \$ 36.00, Superfosfato Triple a C \$ 32.00 y Muriato de Potasio a C \$ 24.00 el quintal. En cuanto al trabajo de cosecha se estimó y fijó a C \$ 1.50 el saco de mazorca que equivale aproximadamente a un quintal en grano comercial. Finalmente el desgrane se estimó a C \$ 1.00 el quintal y sacos o envases a C \$ 2.50 cada uno.

**Resultados y Discusión.**—Los bajos rendimientos que se obtuvieron se deben posiblemente a causas tales como: falta de adaptación de la variedad en Los Angeles, Heredia, Zona C; para la Zona B La Garita, la existencia antes del maíz de dos años de yuca (*Manihot* sp) cultivo bastante extractor y para la zona A, Liberia, labores culturales y control de plagas (especialmente *Laphigma*) efectuadas en forma deficiente.

Para la zona A se usó un diseño experimental de 4x3x2 con los niveles 0.40 y 80, 0.50, 100 y 150 y 0.50 Kgs./Ha. de Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Se encontró diferencia significativa al efecto cuadrático del fósforo en la zona B y a la interacción Nitrógeno y Fósforo. Los rendimientos fueron: 1343.87 para el Fósforo y 2341.89 para la interacción entre los niveles más económicos de Nitrógeno y Fósforo.

Para la zona C, la respuesta fue a Fósforo en su efecto cuadrático y Potasio con los rendimientos de 963.44 y 538.54 Kgs./Ha. del primero y segundo respectivamente.

Todos los ensayos hasta aquí mencionados fueron los realizados en 1962 dentro del PCCMM. Además de estos ensayos cooperativos, también se establecieron ensayos locales en las zonas de Alajuela, Atenas y Los Diamantes.

Se dá a continuación un resumen en conjunto tanto de los ensayos cooperativos como locales, expresándose el incremento obtenido de maíz en grano por cada kilo del elemento aplicado y la relación obtenida por cada colón invertido; se incluye además el efecto de la interacción y respuesta obtenida al Potasio en la zona de Atenas.

**Efecto del Nitrógeno.**—La relación obtenida y como lo ilustra el cuadro número 1, osciló desde C \$ 1.38 hasta C \$ 2.72 y el incremento en kilos de maíz desde 2.22 hasta 23.77 Kgs., en aquellos niveles que significativamente aumentaron la cosecha.

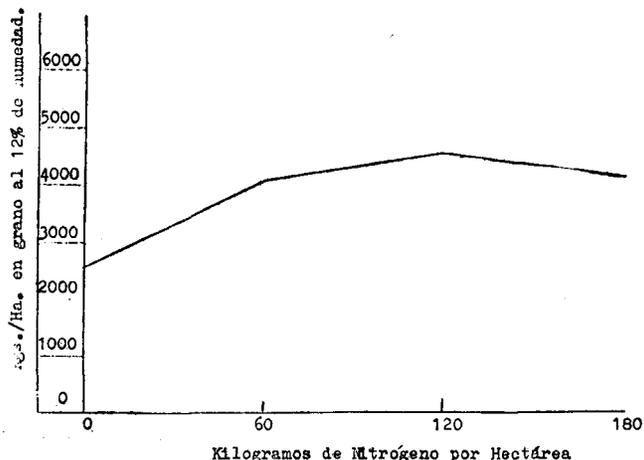
**Cuadro 1.—Incremento obtenido de maíz en grano al 12% de humedad por cada kilo de Nitrógeno aplicado y relación de grano cosechado por cada colón invertido.**

Zona	Localización	Kgs./Ha. de Nitrógeno	Incremento en kilos	Relación
A	Liberia	120	1 : 8.03	1 : 1.38
B	Alajuela Siembra bajo riego	60	1 : 23.77	1 : 2.72
B	Alajuela Siembra de invierno	180	1 : 2.22	1 : 0.47

El mayor incremento se presentó en siembra bajo riego (Alajuela) y sin anteriores fertilizaciones, midiéndose en este experimento a la vez dos variables: Primero, la cosecha elotera, mediante previa clasificación en elotes de primera, segunda y tercera; el Nitrógeno fue determinante en la longitud del elote, siendo su efecto cuadrático.

La segunda cosecha se analizó en base a grano comercial, ya que las parcelas de antemano se habían subdividido; la respuesta fue también únicamente para el Nitrógeno en su efecto cuadrático, obteniéndose con el nivel de 60 Kgs./Ha, el mayor incremento por cada kilo de Nitrógeno aplicado, véase gráfica N° 1.

**Gráfica 1.—Respuesta del maíz al Nitrógeno — Siembra bajo riego Alajuela 1962.**



En Liberia y haciendo historia, durante los años 1960, 1961 y 1962, se obtuvieron incrementos de 20.30, 2.70 y 8.30 kilos de maíz por cada kilo de Nitrógeno aplicado; estas respuestas tan variables, en una misma localidad y en terrenos similares, se atribuye a causas tales como: el hecho de no existir durante 1960, residuo de anteriores fertilizaciones químicas u orgánicas; durante 1961 al mejoramiento efectuado de dicho suelo por la influencia de las leguminosas que allí estuvieron y durante 1962, a las deficientes labores culturales y control de plagas efectuado, como se ha dicho ya y posiblemente también a residuos de anteriores fertilizaciones, por la aplicación más que todo de fórmulas de abonamiento en arroz.

En el cuadro 1 y en Alajuela, en siembra de invierno se obtuvo una relación de C \$ 0.44 por cada colón invertido; ésta se obtuvo en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno y luego de una siembra comercial de frijoles bajo riego en que se usó la fórmula 12-34-0, 6 quintales por manzana, empleándose y a expofeso un diseño en bloques al azar y arreglo factorial. En este ensayo se obtuvo respuesta significativa al Nitrógeno en su efecto lineal, pero realizado el estudio económico hubo muy poco incremento (2.22 kilos de maíz por cada kilo de Nitrógeno) que no paga la aplicación del elemento Nitrogenado.

**Efecto del Fósforo.**—En el cuadro 2 pueden verse los resultados de la respuesta del maíz a la aplicación de fósforo.

**Cuadro 2.—Incremento de maíz en grano obtenido por cada kilo de Fósforo aplicado y relación obtenida por cada colón invertido.**

Zona	Localización	Kgs./Ha. de Fósforo	Incremento en kilos	Relación obtenida
A	Liberia	100	1 : 5.04	1 : 0.96
B	La Garita	50	1 : 18.18	1 : 2.38
C	Los Angeles Heredia	50	1 : 12.94	1 : 1.92
A	Los Diamantes	68	1 : 23.94	1 : 2.80

Como el Nitrógeno, el Fósforo, produjo ganancias y pérdidas, el incremento osciló desde 5.04 hasta 23.94 kilos y la relación desde C \$ 0.96 hasta C \$ .280. En el caso específico de Liberia es posible que hayan influido así como en el Nitrógeno residuos de anteriores fertilizaciones, por fórmulas de abonamiento aplicadas en cultivo de arroz principalmente y las deficientes labores y control de plagas efectuado.

**Efecto del Nitrógeno y Fósforo.**—Esta interacción se obtuvo en la localidad de la Garita, obteniéndose una ganancia neta aparente de C \$ 76.34, C \$ 168.52 y C \$ 149.10 con los niveles de 80-150, 40-100 y 80-100 de Nitrógeno y Fósforo respectivamente.

**Efecto del Nitrógeno, Fósforo y Potasio.**—Atenas.—Como antecedentes a los resultados que se obtuvieron en 1962 cabe mencionar lo siguiente. En 1960 y en cooperación con el PCCMM se sembró un ensayo de fertilización N, P, K, en dicha localidad. La fuente de Nitrógeno aplicada fue el sulfato de amonio (20%) y las aplicaciones se efectuaron, mitad a la siembra y la otra mitad un mes después de ésta. Además de la influencia del Nitrógeno y el Fósforo, no obstante y debido al tipo de diseño usado en que no permitía ver la influencia del Potasio por sí solo se observó cierta influencia aparente de éste.

En 1961 dicho campo fue ocupado con pruebas comparativas de rendimiento y se usaron 90 y 60 Kgs./Ha. de Nitrógeno y Fósforo.

En 1962 y creyendo en la posible influencia del Potasio, se sembró un ensayo en bloques al azar con 8 niveles de Potasio, desde 0.25 hasta 175 Kgs. por Ha., con niveles igualmente espaciados. Para tal experiencia se usó el Muriato de Potasio (60%) aplicado al momento de efectuar la siembra. Se usó una base general de Nitrógeno y Fósforo 90 y 60 Kgs./Ha. Como se puede apreciar en el cuadro 3 hubo respuesta y su efecto fue lineal.

**Cuadro 3.—Comportamiento del Potasio en Atenas, Zona B, 1962.**

Niveles de Potasio Kgs./Ha.	Kgs./Ha. de grano al 12% de humedad	Incremento en Kgs./Ha. de de humedad
0	2262.84	
25	2445.65	182.81
50	2628.45	265.61
75	2811.26	548.42
100	2994.06	731.22
125	3181.81	918.97
150	3364.62	1101.78
175	3552.36	1289.52

Como puede verse en el cuadro de arriba se obtuvo un incremento de 7.31 Kgs. de maíz por cada kilo de Potasio aplicado y una relación de C \$ 1.82 por cada colón invertido, Conjuntamente a este ensayo se efectuó un análisis químico de suelos, de esta zona (ver cuadro 4) y dos localidades más los que evidentemente y como lo indica el cuadro 4 indican la existencia de una deficiencia a este elemento.

**Cuadro 4.—Estado de Potasio al Análisis Químico efectuado en las localidades de Atenas, Cartago y Liberia. (Cationes de Intercambio. Solución extractora de NH<sub>4</sub> Ac 1 N).**

Profundidad	Liberia	Atenas	Cartago
	K ppm	K ppm	K ppm
0 — 15 cmts.	608	242	505
15 — 30 cmts.	366	101	273
Promedio	478	172	389
Equivalente	Alto	Medio	Alto

(Formas Potenciales. Solución Extractora HCL04 conc.)

Profundidad	Liberia	Atenas	Cartago
	K ppm	K ppm	K ppm
0 — 15 cmts.	600	230	490
15 — 30 cmts.	540	180	300
Promedio	570	205	435
Equivalente	Alto	Medio	Alto

**Observaciones.**—No solo este lugar se encontró como deficiente en potasio sino también la localidad Los Angeles, Heredia en la que la respuesta del maíz al potasio fue significativa pero no económica su aplicación, pues se encontró un incremento de 1.68 Kgs. por cada kilo de Potasio aplicado y una relación de C \$ 0.55 por cada colón invertido.