

Rationalising fertilizer rates for sorghum II. Optimising the dose with relevance to the soil test values¹*/

C. S. BALASUNDARAM**, U. S. SREE RAMULU**

Resumen

Se realizó un experimento de campo en suelos rojos de poca profundidad en Bhavanisagar, utilizando al sorgo como cultivo testigo en la búsqueda racional de las dosis óptimas de fertilización del sorgo con base en las pruebas de suelo. La respuesta a K fue no significativa, por lo que se utilizaron ecuaciones que requirieron ajustes simplificados para N y P en los casos de rendimientos, tanto óptimos como máximos, a partir de la ecuación de regresión múltiple para las tres combinaciones seleccionadas de métodos de pruebas de suelo. También se determinaron las dosis de fertilización económicamente convenientes, sobre la base de máxima ganancia por inversión, en rupias, del fertilizante utilizado.

Introduction

A rational fertilizer programme is a strategic component of cultural practice. Soil test crop response studies form the kingpin in providing the quantitative relationship between nutrient supply from the soil and the fertilizer requirement. Thus, the philosophy of fertilization is to adjust the fertilizer rate in tune with the soil test value. An attempt has been made in this paper to relate the soil test with crop response coupled with economic aspects of fertilization so as to evolve a rational fertilizer programme for sorghum crop.

Materials and methods

Field experiments were conducted in shallow red soils of Bhavanisagar (Typic Ustorthents). Fertility gradients were created adopting the methodology akin to that of Ramamoorthy and Velayutham (4) with Ganga 5 Maize. Then the test crop trial with selected twelve treatments involving five levels of N and four levels of P and K was super imposed

and replicated thrice in each of the four fertility gradients. Plotwise initial soil samples were collected and analysed for available N by alkaline permanganate and organic carbon; available P by Olsen's and Bray and available K by ammonium acetate, 0.1 N nitric acid, 0.01 M calcium chloride, Morgan's and boiling 1 N nitric acid. Sorghum variety CSH 5 was sown adopting a spacing of 45 x 15 cm after the basal application of fertilizers. The entire dose of P and K and half the dose of N were applied basally and the remaining dose of N was top dressed 30 days after sowing. Routine cultural practices were followed and at harvest the plotwise yields were recorded.

Results and discussion

Influence of various levels of fertilizer application on sorghum grown under different fertility gradients has been depicted (Fig. 1). The best combinations of soil test methods were selected from twenty different combinations consisting of two methods for available N, two for available P and five for available K (1). The best combinations viz., SN₁ SP₁ SK₂, SN₂, SP₁ SK₂ and SN₂ SP₁ SK₁ chosen based on the type, magnitude of response and R² values showed a + - - response type for N and P while for K - + + for SN₁ SP₁ SK₂ and SN₂ SP₁ SK₂ and + + - for SN₂ SP₁ SK₁ combination. The response to K was not significant and hence simplified adjustment equations were worked out for N and P for maximum and optimum yields by partial differentiation of multiple regression equations following the approach adopted

1/ Received for publication November, 29, 1979.

* Former part of the thesis submitted for the award of Ph.D. and permission accorded by the Tamil Nadu Agricultural University to publish the thesis is appreciated.

** Department of Soil Science & Agrl Chemistry, Agrl. College & Res. Institute, Coimbatore .. 641 003. India.

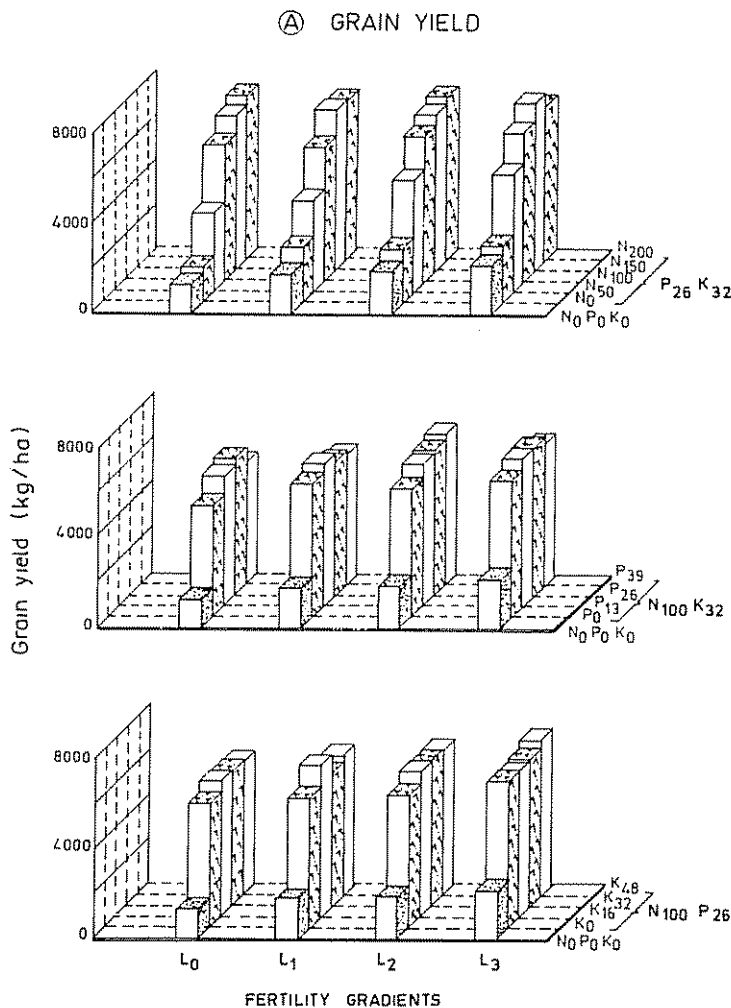


Fig. 1. Influence of various levels of fertilizer application on sorghum crop grown in different fertilizer gradients.

in the All India Co-ordinated Scheme on Soil test crop response correlation studies (5, 3). The fertilizer adjustment equations for the selected three combinations are as follows:

N dose for maximum yield:

$$\begin{aligned} FN &= 266 - 0.37 SN (SN_1 SP_1 SK_2) \\ FN &= 181 - 26.09 SN (SN_2 SP_1 SK_2) \\ FN &= 178 - 12.13 SN (SN_2 SP_1 SK_1) \end{aligned}$$

N dose for optimum yield:

$$\begin{aligned} FN &= 266 - 0.37 SN - \frac{R}{0.3} (SN_1 SP_1 SK_2) \\ FN &= 181 - 26.09 SN - \frac{R}{0.32} (SN_2 SP_1 SK_2) \\ FN &= 178 - 12.13 SN - \frac{R}{0.32} (SN_2 SP_1 SK_1) \end{aligned}$$

P dose for maximum yield:

$$\begin{aligned} FP &= 25.4 - 0.09 SP (SN_1 SP_1 SK_2) \\ FP &= 25.5 - 0.13 SP (SN_2 SP_1 SK_2) \\ FP &= 23.4 - 0.03 SP (SN_2 SP_1 SK_1) \end{aligned}$$

P dose for optimum yield:

$$\begin{aligned} FP &= 25.4 - 0.09 SP - \frac{R}{1.6} (SN_1 SP_1 SK_2) \\ FP &= 25.5 - 0.13 SP - \frac{R}{1.78} (SN_2 SP_1 SK_2) \\ FP &= 23.4 - 0.03 SP - \frac{R}{1.82} (SN_2 SP_1 SK_1) \end{aligned}$$

The dose for optimum yields were calculated taking the cost of one kg of N as Rs. 4/- and P as Rs. 7/- and one kg of sorghum grain as Rs. 1/-

(based on the prevailing market prices). For an average soil test value of 220 kg/ha of alkaline $\text{KMnO}_4 - \text{N}$, 0.2 per cent of organic carbon and 15.8 kg/ha of

Olsen's P, the fertilizer doses for N and P for maximum yields were calculated for the three chosen combinations and are given below:

Method	N dose kg/ha for			P dose kg/ha for		
	Maximum	yield	Optimum	Maximum	yield	Optimum
$\text{SN}_1 \text{ SP}_1 \text{ SK}_2$:	185		171	24.0		19.6
$\text{SN}_2 \text{ SP}_1 \text{ SK}_2$:	176		163	23.3		19.4
$\text{SN}_2 \text{ SP}_1 \text{ SK}_1$:	176		163	22.9		19.0

The actual fertilizer doses to be applied, calibrated based on the above adjustment equations for N and P

soil test values for the three combination are presented (Table 1).

Table 1. Calibrated fertilizer doses based on soil test values

Soil test value (Alk. $\text{KMnO}_4 - \text{N}$ kg/ha)	Fertilizer N kg/ha to be applied ($\text{SN}_1 \text{ SP}_1 \text{ SK}_2$)
150	197
175	188
200	179
225	170
250	160
275	151
300	142

Soil test value (Organic carbon %)	Fertilizer N kg/ha to be applied $\text{SN}_2 \text{ SP}_1 \text{ SK}_2$ $\text{SN}_2 \text{ SP}_1 \text{ SK}_1$	
0.1	166	164
0.2	163	163
0.3	160	161
0.4	158	160
0.5	155	159

Soil test value (Olsen's P kg/ha)	Fertilizer P kg/ha to be applied		
	$\text{SN}_1 \text{ SP}_1 \text{ SK}_2$	$\text{SN}_2 \text{ SP}_1 \text{ SK}_2$	$\text{SN}_2 \text{ SP}_1 \text{ SK}_1$
5	20.5	20.9	19.3
7	20.4	20.7	19.3
9	20.2	20.4	19.2
11	20.0	20.2	19.2
13	19.8	19.9	19.1
15	19.6	19.6	19.1
17	19.5	19.4	19.0

Fertilizer doses were also calculated taking into account the economic criteria viz., Maximum profit per rupee of investment on fertilizer. This was calculated for N and P for three combinations of methods discussed earlier using the following equations:

$$1. X = \frac{-k\beta_2 \pm \sqrt{(k\beta_2)^2 + (Q\beta_2 k\beta_1)}}{Q\beta_2} \quad \begin{array}{l} \text{Heady} \\ \text{and} \\ \text{Ray (2)} \end{array}$$

where,

- X = maximum rate of return
 β_1 = coefficient of linear term
 β_2 = coefficient of quadratic term
 Q = unit cost of fertilizer element

The application cost of fertilizer for sorghum was taken as Rs. 10/- per hectare for N which includes basal and top dressing and for other nutrients it was taken as Rs. 3/- (based on the prevailing labour cost).

$$2. X = \frac{a^2\beta_2 - aP(\beta_1 + \beta_3S)}{P\beta_2} \quad \begin{array}{l} \text{Ramamoorthy} \\ \text{et al. (5)} \end{array}$$

where,

- X = maximum rate of return
 β_1 = coefficient of linear term
 β_2 = coefficient of quadratic term with appropriate sign
 β_3 = Soil and fertilizer interaction term
 P = unit cost of fertilizer nutrient
 a = fixed cost of application of fertilizer
 S = soil test value of the concerned nutrient

Taking into consideration the soil test value of alkaline $KMnO_4$ - N as 220 kg/ha, organic carbon as 0.20 per cent and Olsen's P as 15.8 kg/ha, the maximum rate of return was calculated for the three combinations of methods and the doses are presented below:

It was found that both equations for the three combinations gave the N dose as 30 kg/ha excepting for the SN_1 SP_1 SK_2 combinations which gave 36.5 kg/ha with Heady and Ray approach. For P, the doses were found to range between 4.4 and 4.7 kg/ha for all the three combinations as well as for the two approaches tried. It is interesting to note that both the combinations chosen as well as the approaches tried gave almost identical fertilizer doses for N and P for predicting the maximum rate of return except in one case. These doses can give only a guideline on the amount that is minimum to get the maximum rate of return. This can be profitably advocated to reap better profits by wider coverage with limited risks.

Summary

A field experiment was conducted in shallow red soils of Bhavanisagar with sorghum as test crop for rationalising the fertilizer rates of sorghum based on soil tests. Response to K was not significant and hence simplified adjustment equations were worked out for N and P for maximum and optimum yield from the multiple regression equation for the three selected combination of soil test methods. Fertilizer doses based on the maximum profit per rupee of investment on fertilizer were also worked out.

Literature Cited

- BALASUNDARAM, C. S., and SREE RAMULU, U. S. Rationalising fertilizer rates for Sorghum. I. Screening of suitable soil test methods Turrialba 30(4):385-389. 1980.
- HEADY, E. O., and RAY, H. E. Application of soil test data, fertilizer response research and economic model in improving fertilizer use. Proceedings of the International Symposium on Soil Fertility Evaluation, New Delhi 1:1073-1082, 1971.

Method	Nitrogen kg/ha		Phosphorus kg/ha	
	Ramamoorthy et al.	Heady & Ray	Ramamoorthy et al.	Heady & Ray
SN_1 SP_1 SK_2	30.6	36.7	4.6	4.7
SN_2 SP_1 SK_2	29.7	30.2	4.5	4.7
SN_2 SP_1 SK_1	29.7	29.9	4.4	4.5

3. RAMAMOORTHY, B. Making fertilizer recommendations based on soil tests. Fertilizer Association of India Proceedings Number Agronomy 3 pp. 39-47, 1975.
4. RAMAMOORTHY, B., and VELAYUTHAM, M. Soil test crop response correlation work in India. Soil resources report No. 41. Soil Survey and Soil Fertility Research in Asia and Far Asia. 14:96-105, 1971.
5. RAMAMOORTHY, B., VELAYUTHAM, M., and MAHAJAN, V. K. Recent trends in making fertilizer recommendations based on soil tests under fertilizer resource constraints in India. Proceeding of Fertilizer Association of India / Food And Agricultural Organization National Seminar, New Delhi. pp. 335-345, 1974.

Reseña de Libros

HAUPT, W. and FEINLEB, M. E. eds. Physiology of Movements. Encyclopedía of Plant Physiology. Vol. 7, New Series. Springer-Verlag Berlín, Heidelberg, New York, 1979. 731 p. (US\$ 108. aprox).

Desde que aparecieran entre 1959 y 1962 los dos volúmenes sobre movimientos de las plantas en la edición de la primera serie de la Enciclopedia de Fisiología Vegetal, ha habido mucho progreso en nuestros conocimientos sobre este tema, lo que se refleja en el presente volumen 7 de la Nueva Serie. Aún cuando algunas personas, en la época de la edición de la primera serie, consideraron al tópico del movimiento de las plantas como algo "clásico" o anticuado, que no podría contribuir gran cosa para hacer avanzar nuestros conocimientos de la biología moderna, el contenido del presente libro contradice fuertemente tales consideraciones. Muchos de los descubrimientos en este campo han contribuido de manera importante al mejor entendimiento de los procesos biológicos fundamentales. Especialmente, los aspectos abordados sobre los procesos moleculares revelaron que hay muchos conocimientos nuevos hasta ahora casi desconocidos, como por ejemplo la función de la actomiosina en el mecanismo básico del movimiento de animales y plantas.

Como indican los editores en el primer capítulo, las líneas recientes de progreso en la fisiología de los movimientos de las plantas son principalmente tres:

- a. Una mejor comprensión de las cadenas de reacción simple, la cual consiste de percepción, traducción y respuesta observada;
- b. el entendimiento de que los procesos fundamentales, similares o idénticos, forman la base de tipos completamente diferentes de movimientos, o forman parte de cadenas de reacciones diferentes;
- c. que, al contrario, el mismo proceso puede ser controlado por mecanismos completamente diferentes o en diferentes órganos.

En el presente volumen se ha tratado de uniformar, lo más posible, la terminología que frecuentemente es muy ambigua y variable en la literatura de este tópico. Uno de los ejemplos citados son los términos flagelo y cilio. El descubrimiento de los flagelos en procariotas y eucariotas, difiere fundamentalmente en ultraestructura y mecanismo, implica que en eucariotas (debido a la similitud con los cilios de los animales), los flagelos realmente deberían denominarse cilios, lo que causa problemas pues los fla-

gelados se caracterizarían por poseer flagelos y también cilios! El prefijo "geo", usado hasta ahora como sinónimo de la fuerza de gravedad de la tierra, fue reemplazado por "gravi", pues la respuesta de los organismos no solamente puede ser debida a las características de la tierra sino en general a la fuerza de aceleración de las masas, haciéndose necesario el cambio del prefijo.

Por lo que respecta al número y calidad de los autores participantes en la obra, baste decir que en total 27 científicos, la mayor parte de ellos de gran prestigio internacional, contribuyeron en la preparación del volumen que nos ocupa.

El contenido del libro está dividido en cinco capítulos grandes, en donde cada uno trata de un grupo diferente de movimientos, como se explica resumidamente a continuación:

Capítulo 1: Aspectos generales del movimiento de las plantas: Introducción; Percepción del estímulo; Recepción y traducción de estímulos eléctricos y mecánicos; Ritmos endógenos en el movimiento de las plantas. Capítulo 2: Movimientos intracelulares: Función de los microtúbulos en movimientos intracelulares; Actomiosina como el mecanismo básico del movimiento en animales y plantas; Movimiento citoplasmático en *Physarum*; Movimiento citoplasmático y rotación de cloroplastos; Migración de cloroplastos y núcleos. Capítulo 3: Locomoción en plantas microbianas, Parte 1: Flagelos de bacterias; Cilios de plantas; Movimientos de deslizamiento; Parte 2: Control de la locomoción, como Movimiento fótico; Quimiotaxis en bacterias; Quimiotaxis en eucariotas unicelulares; y Movimiento de mixomicetos. Capítulo 4: Movimientos debidos al mecanismo de turgencia, como Movimiento de estomas; y Movimientos de hojas y curvatura de zarcillos. Capítulo 5: Movimientos debido al crecimiento. Parte 1: Movimientos debido al crecimiento, influidos por la luz como Inducción de polaridad; y Fototropismo. Parte 2: Movimientos debidos al crecimiento, influidos por la fuerza de gravedad cini Gravitropismo en células individuales; Gravi-percepción en órganos multicelulares; y Mecanismos de control del crecimiento en el caso de gravitropismo. Parte 3: Movimientos debido al crecimiento, no controlados directamente por estímulos externos, como Circumnutación, y Epinastia.

Sigue un índice de autores y uno de las materias, y 3000 referencias completan muy bien los diferentes capítulos.

Como se aprecia al comparar los contenidos, no se trata de una revisión de la obra anterior sino que este volumen de la Nueva Serie enfatiza aquellos campos de los movimientos de las plantas en los cuales se ha hecho un gran progreso en los últimos 15 años, o en los cuales evolucionaron nuevos aspectos importantes.

A pesar de la magnitud de la obra se intentó incluir todas las referencias publicadas en este intervalo, quitándole así bastante de un aspecto "enciclopédico" tedioso y favoreciendo en cambio la uniformidad y fácil acceso de la presentación.

El tópico de los movimientos balísticos fue intencionalmente omitido, debido a la heterogeneidad de la materia y dificultad de una presentación fácil. Además los adelantos en esta área no fueron tan grandes como en las demás, habiendo sido muy bien cubiertos en la primera edición.

Aunque la información contenida en este valioso libro es la más reciente, quedan todavía por resolver muchos problemas y preguntas, al igual que en otros campos de la fisiología vegetal, ya que para el actual conocimiento en la materia aún subsisten diversas incógnitas importantes.

Este libro, debido a su contenido bibliográfico, representa una fuente de incalculable valor para cualquier persona interesada en mayores detalles sobre los movimientos de las plantas. La presentación, igual que en el caso de los demás volúmenes de la misma serie, es muy atractiva y sigue los patrones establecidos de la casa editora, de renombre mundial.

L. MULLER
CATIE, TURRIALBA
SAN JOSE, COSTA RICA