

FERTILIDAD DE DOS TIPOS DE SUELO DE LAS SERIES GORGONA Y ESTACION PALMIRA.- ENSAYO EN EL INVERNADERO(*)

Por **Carlostadio Sánchez Potes**

I. INTRODUCCION

Son varios los métodos empleados por los investigadores agrícolas para la averiguación de la capacidad productiva de un suelo, factor éste de gran importancia para la producción de cosechas más económicas y de mejor calidad, porque ayudan a usar adecuadamente sus nutrientes naturales y los abonos.

A través de muchos años fueron empleados los análisis químicos y los experimentos en el campo con parcelas, como métodos principales para el estudio de la fertilidad de los suelos, hasta que surgió, como consecuencia de ellos, el estudio en macetas en invernaderos, con excelentes resultados.

El análisis químico emplea reactivos para determinar cualitativamente y cuantitativamente los nutrientes asequibles, bastando para ello pequeñas cantidades de suelo. Por su parte, el método biológico usa como agentes extractores plantas que crecen y desarrollan en condiciones de invernadero, utilizando pequeñas muestras de suelo.

En virtud de la dificultad de controlar las condiciones a que están sometidas las experiencias en el campo, tales como temperatura, humedad relativa, intensidad de luz, competencia de las malezas, etc., las cuales afectan el crecimiento de los cultivos y por razón de tiempo y gastos involucrados por ellos, los estudios en invernadero han sido más satisfactorios que los ensayos con parcelas en el campo. De aquí la importancia que últimamente se ha concedido a esta clase de estudios.

En tales ensayos con poco suelo y uso liberal de todos los nutrientes excepto uno, el crecimiento de una planta agota la provisión

(*) Tesis presentada para optar al título de Ingeniero Agrónomo bajo la presidencia del profesor Hugh W. Hough, a quien el autor expresa gratitud.
Recibida para publicación en Abril 20/54.

de éste, el cual debe ser obtenido enteramente del suelo, acentuando su deficiencia en tal forma que la seriedad relativa de ella puede ser estimada.

La finalidad de este trabajo es observar las respuestas del maíz y el tomate, usados como plantas indicadoras, a la aplicación de diferentes nutrientes y así obtener la información necesaria para evaluar la fertilidad de dos tipos de suelo de las Series Estación Palmira y Gorgona. Es decir, esta investigación será de carácter cualitativo y no cuantitativo.

II. REVISION DE LA LITERATURA

Según Vandecaveye (12), los métodos biológicos, exclusive los experimentos con parcelas en el campo, pueden dividirse en dos grupos: a) Aquellos en los cuales las plantas superiores sirven como agentes extractivos de nutrientes y b) Aquellos en que las plantas inferiores, tales como bacterias y hongos, son usados como indicadores de deficiencias.

Como el primero incluye el método que en el presente trabajo se describe, se hará un resumen de las principales técnicas que abarca tal grupo.

La técnica de los experimentos en macetas, en condiciones controladas y con fines investigativos de la fertilidad de los suelos, fue iniciada por el francés Boussingault en 1838 (2). En este estudio, al factor cuantitativo no se le dió gran importancia.

A) Método de Mitscherlin (12). En este procedimiento se hace el examen para el nitrógeno, el fósforo y el potasio asequibles de los suelos, en forma simultánea, usando como planta indicadora la avena.

Los nutrientes requeridos para los diferentes tratamientos son aplicados en forma de soluciones "stock" preparadas a base de NH_4NO_3 como recurso de nitrógeno; K_2SO_4 como recurso de potasa; superfosfato como recurso de fósforo; carbonato de calcio en forma sólida, como recurso de calcio.

El rendimiento promedio del "tratamiento completo" representa el máximo que se puede obtener con la fertilización conjunta de K_2O y P_2O_5 .

El rendimiento promedio de los tratamientos "sin K_2O " y "sin P_2O_5 " son calculados como porcentajes del rendimiento máximo.

Borden (1) ha hecho varios cambios al método de Mitscherlich. Estos se refieren principalmente a la planta indicadora (usa los pastos *Sorghum vulgare* var. sudanense y *Panicum barbinode*), a la cantidad de fósforo aplicado para asegurar el crecimiento máximo, a la cantidad de suelo en cada maceta y al método de solución de los nutrientes.

Dos modificaciones importantes al método de Mitscherlich han sido propuestas en los últimos años: la de Jenny (6, 7) y la de Stephenson y Shuster (11).

B) Método de Jenny. Es esta una técnica en la cual la lechuga Romana es usada como planta indicadora, porque crece rápidamente y relativamente libre de enfermedades.

El nitrógeno es añadido como nitrato de amonio, el fósforo como fosfato monocalcico y el potasio como sulfato de potasio. Cuando se ensaya con elementos menores, soluciones "stocks" son aplicadas a la rata de 5 cc. por pote. Cuando la cual es aplicada el carbonato de calcio es mezclado con el suelo hasta llevar su pH al valor más adecuado.

Para estimar las deficiencias se hace uso del concepto denominado "rendimiento relativo", el cual se encuentra por división del peso seco promedio, correspondiente al tratamiento completo, por el rendimiento promedio de cada uno de los tratamientos parciales, y multiplicando por 100.

C) Método de Stephenson y Shuster. Usa como planta indicadora el girasol.

Como recurso de potasio y fósforo, cuando ambos se usan, se emplean KH_2PO_4 y K_2HPO_4 . Sulfato de magnesio como recurso de azufre y magnesio, cuando ambos se necesitan. Nitrógeno es agregado como $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. El azufre sólo es agregado como sulfato de calcio y potasio sólo como cloruro. Fósforo sólo como $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$ y boro como ácido bórico.

Para estimar las deficiencias en nutrientes asequibles, se compara el seco promedio de cualquier tratamiento con el correspondiente del tratamiento completo.

D) Método de Colwell (3-4). Colwell ha desarrollado una técnica análoga a la de Stephenson y Shuster para determinar las deficiencias del boro. Usa como planta indicadora el girasol de la variedad "Mammoth Russian".

Usa como fuente de nutrientes una solución a base de KH_2PO_4 , K_2HPO_4 , MgSO_4 , $7\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $4\text{H}_2\text{O}$, NaNO_3 , MnCl_2 , $4\text{H}_2\text{O}$, ZnCl_2 , y CuCl_2 , $2\text{H}_2\text{O}$ y como recurso de boro H_2BO_3 .

Para estimar las deficiencias de boro se apela al llamado "valor de edad" el cual es la edad de cada ensayo hasta que la primera de las cinco plantas muestre estados iniciales de deficiencia de boro.

E) Método de Neubauer (12). Este método se basa en el principio de la vigorosa extracción de los diferentes nutrientes, en poco tiempo, por un gran número de plántulas que crecen en una pequeña cantidad de suelo hasta dejarlo exhausto. Los nutrientes absorbidos pueden determinarse después cuantitativamente por análisis químico.

mico del follaje y raíz de las plántulas.

Se emplea como planta índice el arroz.

Según Vandecaveye (12) últimamente en los Estados Unidos se han hecho adaptaciones a este método, sobresaliendo las de Thornton y McGeorge.

Thornton ha usado el método en estudios de fijación de fósforo y potasio por los suelos. McGeorge (8) ha modificado ligeramente la técnica para estudiar la deficiencia de los diferentes fertilizantes fosfatados aplicados a los suelos calcáreos; la influencia del pH, del carbonato de calcio, de diferentes formas de nitrógeno y magnesio, y de otros factores en la absorción de potasio, fósforo y calcio; y la asequibilidad del zinc, cobre, hierro y manganeso en el suelo en relación con la clorosis de los citrús.

F) Experiencias con macetas en Colombia. Son varios los estudios sobre fertilidad de los suelos en invernadero existentes en Colombia.

Vega y Rojas Cruz (13) han adaptado el método de Jenny en su ensayo de la fertilidad de la Serie "La Cabrera", empleando la misma planta indicadora. En él relacionan el análisis químico, los ensayos en invernadero y los resultados de campo de tal Serie.

En la misma forma Rojas Cruz (10) estudia varias Series de la Sabana de Bogotá.

Parra (9) emplea chapolas de café (plántulas) como planta extractora de nutrientes, para lo cual selecciona las semillas de igual forma y tamaño procedente de frutos maduros de cafeto arábico de la variedad "Casa Blanca".

En este trabajo se investiga la influencia del nitrógeno (como nitrato de sodio), fósforo (como fosfato monocalcico), potasio (como sulfato potásico), calcio (como carbonato de calcio), magnesio (como carbonato de magnesio) y una mezcla de elementos menores (hierro, boro, zinc, molibdeno y manganeso), sobre el crecimiento de las chapolas.

Se determina el peso seco de las plantas a 60°C., se hallan los logaritmos correspondientes a estos valores y se hace análisis de la variancia para interpretar los resultados.

III. INVESTIGACION

A) Materiales.

Muestras de Suelo. De acuerdo con Irusta y Molina (5) los perfiles de las Series Estación Palmira y Gorgona se describen de la siguiente manera:

SERIE ESTACION PALMIRA

0,00-0,60 mts. Franco-arenoso; gris marrón, oscuro en húmedo; granos grandes hasta de medio centímetro; consistencia blanda; buena permeabilidad; nó reacción con HCl; pH-6.5.

0,60-1,00 mts. Arenas sueltas, gruesas, medias y finas de color marrón amarillento.
Drenaje interno: Bueno.

SERIE GORGONA

0,00-0,30 mts. Franco arcilloso; gris marrón claro en seco; gris marrón oscuro en húmedo; estructura de fragmentos; regular permeabilidad; no reacción con HCl; pH-6.7.

0,30-0,60 mts. Limos y arenas muy finas de color marrón amarillento claro.

0,60-0,90 mts. Arcilloso (clay-pan), marrón negro en húmedo; estructura prismática; plástico en húmedo, muy duro en seco; impermeable; no reacción con HCl.
Drenaje interno: Malo.

Plantas indicadoras.— Como planta extractora de nutrientes se utilizaron el maíz y el tomate para ambas Series. En el caso del maíz se tomó el híbrido L1 x L21 en su primera generación, para evitar variaciones genéticas y aprovechar en su máximo su condición de gran uniformidad general. Para tomate se escogió la variedad "Stokesdale", por su gran estabilidad genética y uniformidad. En ambos casos, se seleccionaron las semillas de mejor apariencia así como las de igual forma y tamaño.

Macetas.— Las plantas se cultivaron en macetas de forma cónica truncada con las siguientes dimensiones: altura 17 cms., diámetro mayor 16 cms. y diámetro menor 11 cms. Se impermeabilizaron interiormente con pintura asfáltica para evitar que su composición influyera en el experimento. Se emplearon 120 macetas.

Fertilizantes portadores.— El nitrógeno se suministró como nitrato de sodio (16% de N), el fósforo como "Bifos" (40% de P₂O₅) y el potasio como sulfato de potasio (48% de K₂O). Como recurso de elementos menores se usó la siguiente solución "stock":

| | |
|--------------------------------------|----------------|
| FeSO ₄ | 50 grs./litro |
| MnCl ₄ | 50 grs./litro |
| H ₃ BO ₃ | 15 grs./litro |
| CuSO ₄ | 100 grs./litro |
| ZnCl ₂ | 50 grs./litro |
| MoO ₃ | 1 gr. /litro |

También en uno de los tratamientos se ensayó en forma sólida la efectividad del compuesto fertilizante denominado "Es-Min-E1", a base de elementos menores, fabricado por la Tennessee Corporation (East Point, Georgia U.S.A.).

Semillero.— Para efecto de obtener las plantas de tomate más deseables, se construyó una era en la cual se distribuyó la semilla en surcos continuos. El suelo se mezcló en partes iguales con arena y se desinfectó con una solución de formol al 2%. Para maíz no se usó semillero sino una cámara húmeda hecha con papel secante mojado.

Báscula.— Con el fin de mantener constante el peso de la humedad equivalente de cada suelo en las macetas se utilizó una báscula.

Invernadero.— La experiencia se llevó a cabo en el costado oeste del invernadero de la Estación Agrícola Experimental de Palmira.

B) Métodos.

Recolección y preparación de las muestras.— Para cada Serie se recolectaron 25 submuestras, tomadas a una profundidad de 30 centímetros en puntos convenientemente espaciados de la Suerte 22 del Ingenio Manuelita, en la cual se encuentran muy bien delimitadas las Series en estudio. Las submuestras se mezclaron muy bien, se secaron al aire por 4 días y se pasaron a través de una criba con aberturas de 2 mm. de diámetro para eliminar piedras, terrenos, trozos de raíces, etc.

Suelo por maceta.— Para determinar la cantidad de suelo por cada maceta se llenó una de ellas hasta un centímetro antes de su borde superior y se pesó este volumen. Esto dió como resultado el uso de 1,700 gramos.

Tratamientos.— Los nutrientes se adicionaron en diversas combinaciones. Para cada tratamiento se emplearon tres replicaciones. En el tratamiento número 1 no se añadieron nutrientes y se denominó testigo. En el número 2 se agregaron los tres nutrientes principales N, P₂O₅ y K₂O. En los tres siguientes, o sea, en los números 3, 4 y 5 se suprimieron cada vez dos nutrientes. En los tratamientos números 5, 6, 7, en cambio, se suprimió uno cada vez. El número 9 se hizo igual al número 2 pero se adicionó una solución con elementos menores. En el número 10 se incorporaron elementos menores en forma sólida.

Estos 10 tratamientos se aplicaron para tomate y maíz tanto en la Serie Estación Palmira como en la Górgona, simbolizándose en la siguiente forma:

| | |
|-------|----------------|
| Nº 1 | Testigo |
| Nº 2 | N P K |
| Nº 3 | K |
| Nº 4 | P |
| Nº 5 | N |
| Nº 6 | N P |
| Nº 7 | N K |
| Nº 8 | P K |
| Nº 9 | N P K más E.M. |
| Nº 10 | "Es-Min-El" |

Dosis.— Los nutrientes N, P_2O_5 y K_2O se incorporaron al suelo de cada maceta en la proporción que correspondería a la capa arable (15 cm.) de una hectárea, la cual pesa, aproximadamente, 2'000.000 de kilos. En los diferentes tratamientos que intervienen se añaden en una sola dosis. En la tabla I se pueden apreciar cada una de estas dosis.

Los elementos menores en el tratamiento Nº 9 se agregaron en solución, diluyéndose 1 centímetro de la solución "stock" en 500 cc. de agua. En el tratamiento Nº 10 se aplicaron en forma sólida a razón de 0.1 gramo de "Es-Min-El" por maceta.

Aplicación de los tratamientos.— Los fertilizantes portadores de elementos mayores (N, P y K), y el abono comercial "Es-Min-El" se mezclaron muy bien con 5 gramos de arena lavada libre de nutrientes, con el fin de aumentar el volumen de las cantidades tan pequeñas que de ellos se usaron. Estas porciones se incorporaron al suelo seco al aire por medio de una agitadora portátil antes del trasplante, para tener una repartición más uniforme de cada fertilizante en el suelo.

— TABLA I —

Cantidades de fertilizantes aplicados por maceta y relación a aplicación por hectárea.

| Elementos nutrientes | Aplicación por hectárea. (2'000.000 kgs. de suelo) | Fertilizantes portadores | Aplicaciones por maceta (1.700 grs. de suelo) | |
|-------------------------|---|----------------------------------|---|--------|
| | | | Nutriente Portador (grs.) | (grs.) |
| N | 40 kgs. | nitrate de Na 16% de N) | 0,034 | 0,213 |
| P_2O_5 | 160 kgs. | bifos (40% de P_2O_5) | 0,136 | 0,34 |
| K_2O | 80 kgs. | sulfato de K (48% de K_2O) | 0,068 | 0,142 |

Los elementos menores en solución se adicionaron en el tratamiento N° 9 como primera agua de riego en el momento de transplantar.

Transplante.— Las plántulas de tomate se transplantaron a las 2 semanas de sembradas en semillero. Se escogieron las más uniformes y de aspecto débil para que produjeran una respuesta más notoria a la aplicación de los distintos fertilizantes. Debido a las condiciones de debilidad de las plántulas hubo necesidad de hacer dos resiembras con un día de intervalo.

Las semillas de maíz, después de permanecer 4 días en cámara húmeda, se transplantaron ya germinadas.

Cuidados.— Para evitar agua de exceso se determinó el peso del suelo seco al aire añadido (1.700) gramos y el peso del agua necesaria para llevar esta porción de suelo hasta el equivalente de humedad (336 gramos para la Serie Gorgona y 273 gramos para Estación Palmira, en base seca al aire). La suma total de estas cantidades se escribió en la parte externa de cada maceta. Todos los días se añadió agua destilada hasta completar este peso.

El orificio de drenaje de cada maceta se taponó con un corcho.

Cada 8 días se aplicaron por aspersión caldo bordelés y DDT movable en el caso del tomate y DDT en espolvoreo en el caso del maíz, para evitar contaminaciones de enfermedades y plagas.

Cosecha y determinación de los rendimientos.— Las plantas, tanto las de tomate como las de maíz, se cortaron al nivel del suelo, en el momento en que todas habían florecido. En el tomate esto ocurrió a las 10 semanas y en el caso del maíz a las 9 semanas de transplantadas. Las plantas enteras, frutos (de tomate) y follaje correspondiente a cada una de las replicaciones se secaron a 80°C. y se pesaron.

C) Resultados.— Para la interpretación de los resultados se apeló al análisis de la variancia de los totales de los pesos secos de las tres replicaciones correspondientes a cada tratamiento, agregando la diferencia crítica cuando hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

1) Estación Palmira.

a) Maíz. Según se puede observar en la tabla II el maíz no respondió favorablemente a la aplicación de los nutrientes mayores (N, P y K) y sus combinaciones (excepto en el tratamiento No. 7 que contabilizó el único total superior al testigo), pero el efecto deprimente no alcanzó a ser significativo. Por otra parte, se aprecia que no hay correspondencia, en algunos casos, de los pesos secos totales con el desarrollo de las plantas que aparecen en las figuras 1 y 2. Así, la planta sujeta al tratamiento No. 7 en la figura 1 no se destaca entre las demás. Lo mismo ocurre en la figura 2, en la cual la planta con el tratamiento No. 2 tiene un desarrollo menor en comparación con la correspondiente al tratamiento No. 9, lo que está en contradicción con sus pesos secos.

— TABLA II —

Pesos secos de plantas de maíz y tomate cultivadas en suelos franco-arenoso de Estación Palmira y franco-arcilloso de Gorgona, tratados con elementos mayores (Totales de tres replicaciones)

| Tratamientos | Totales tratamientos (Gramos) | | | |
|--------------------|----------------------------------|--------|---------|--------|
| | Estación Palmira | | Gorgona | |
| | Maíz | Tomate | Maíz | Tomate |
| No. Testigo | 55,30 | 25,10 | 45,90 | 21,30 |
| No. 2 N P K | 44,10 | 30,20 | 44,00 | 34,70 |
| No. 3 K | 42,70 | 24,90 | 41,10 | 32,10 |
| No. 4 P | 39,80 | 25,20 | 50,70 | 34,50 |
| No. 5 N | 31,40 | 29,10 | 35,30 | 35,70 |
| No. 6 N P | 43,50 | 26,50 | 42,60 | 33,90 |
| No. 7 N K | 57,10 | 19,80 | 47,70 | 28,00 |
| No. 8 P K | 44,00 | 24,30 | 42,60 | 37,10 |
| Error típico | + 7,85 | + 2,85 | + 2,24 | + 1,16 |
| Diferencia crítica | — | — | 6,74 | 3,52 |

Esta planta tampoco respondió favorablemente a la aplicación de elementos menores. Pero aquí sí hubo diferencia significativa entre los tratamientos como se puede ver en la tabla III, según la cual los tratamientos Nos. 2 y 9 produjeron un efecto perjudicial.

b) Tomate. No hubo diferencia significativa entre los tratamientos con elementos mayores. Sin embargo, con nitrógeno se obtuvieron totales siempre superiores al testigo en los tratamientos en que intervino, a excepción del tratamiento No. 7. Lo mismo ocurrió con el fósforo, a excepción del tratamiento No. 8. El potasio, en cambio, produjo rendimientos menores que el testigo, excluyendo aquel en que intervino con nitrógeno y fósforo juntos. (Tabla II).

Los elementos menores (Tabla III) no influyeron significativamente en los pesos secos de las plantas. Los totales de los tratamientos Nos. 9 y 10 son inferiores al testigo. En cambio, el tratamiento No. 2 no tuvo efecto deprimente. Se aprecia también correspondencia de las plantas de la figura 3 con sus pesos secos.

— TABLA III —

Pesos secos de plantas de maíz y tomate cultivadas en suelos franco-arenoso de Estación Palmira y franco-arcilloso de Gorgona, tratados con elementos menores (Totales de tres replicaciones)

| Tratamientos | Totales tratamientos (Gramos) | | | |
|----------------------|----------------------------------|--------|---------|--------|
| | Estación Palmira | | Gorgona | |
| | Maíz | Tomate | Maíz | Tomate |
| No. 1 Testigo | 53,30 | 25,10 | 45,90 | 21,30 |
| No. 2 N P K | 44,10 | 30,20 | 44,00 | 34,70 |
| No. 9 N P K más E.M. | 26,70 | 21,40 | 31,20 | 31,50 |
| No. 10 "Es-Min-El" | 52,90 | 20,30 | 47,80 | 30,00 |
| Error típico | + 5,47 | + 4,48 | + 1,14 | + 1,64 |
| Diferencia crítica | 18,87, | — | 3,94 | 6,65 |

2) Serie Gorgona.

a) Maíz. La tabla II muestra que ninguno de los tratamientos produjo una diferencia positiva significativa en comparación con el testigo. En cambio, el tratamiento con solamente nitrógeno tuvo efecto significativamente nocivo, el cual no alcanza a apreciarse en la figura 4.

Tampoco respondió esta planta favorablemente a la aplicación de elementos menores (tabla III). El tratamiento 9 es altamente deprimente con respecto al testigo, lo cual se puede notar en la figura 5.

b) Tomate. Los tratamientos que incluye la tabla II son superiores en forma altamente significativa con respecto al testigo, estando entre los mejores los que incluyen fósforo.

La influencia de elementos menores también fue altamente significativa con respecto al testigo, según se observa en la tabla III.

El aspecto general de las plantas de la figura 6. está conforme con los datos de la tabla III.

IV. DISCUSIÓN

Considerando los resultados globalmente, la Serie Estación Palmira se encuentra en mejores condiciones de fertilidad que la de Gorgona, ya que los testigos en la primera, tanto para tomate como para maíz, contabilizaron mayor rendimiento en peso seco. Además, com-

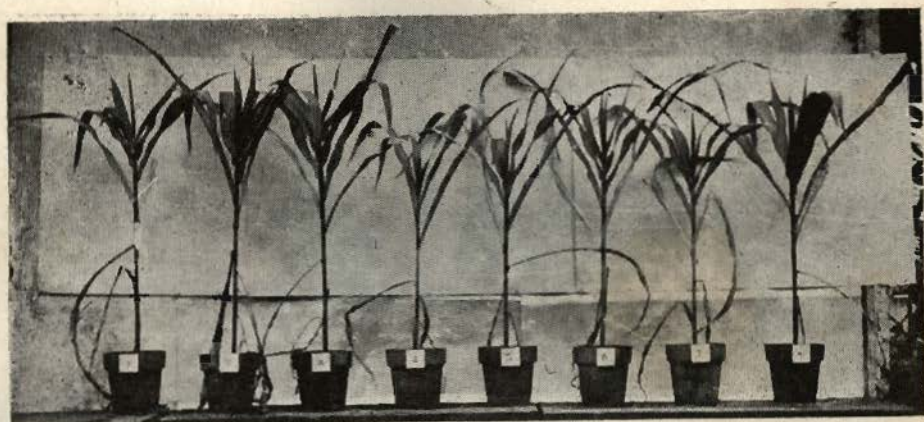


Figura 1. Maíz en suelo franco-arenoso de la Serie Estación Palmira tratado con elementos mayores.

1 - Testigo; 2 - N P K; 3 - K; 4 - P; 5 - N; 6 - N P; 7 - N K; 8 - P K.



Figura 2. Influencia de elementos menores sobre plantas de maíz en suelo franco-arenoso de la Serie Estación Palmira.

1 - Testigo; 2 N P K; 3 - N P K más E.M.; 4 - "Es-Min-El".

parativamente, se obtuvieron en ella respuestas superiores a los tratamientos estudiados. Posiblemente, estos resultados guarden relación con la configuración y distribución de sus perfiles. El "clay-pan" de la Serie Gorgona ha obstaculizado el crecimiento normal de las raíces en las plantaciones de caña (cultivo mayormente explotado en la Suerte 22), ocasionando por lo tanto, su desarrollo en sentido horizontal, lo cual ha tenido como consecuencia un aumento en la absorción de nutrientes en la capa superficial o suelo propiamente dicho. Naturalmente otros factores como los de formación u origen

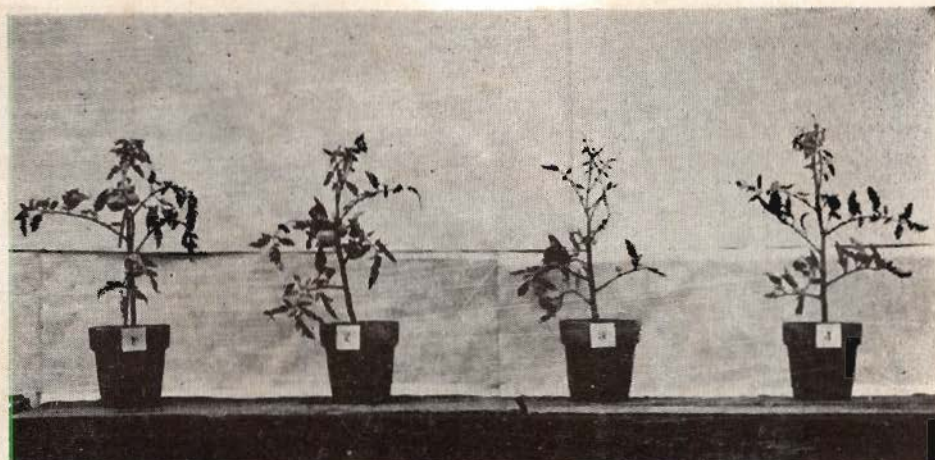


Figura 3. Influencia de elementos menores sobre plantas de tomate en suelo franco-arenoso de la Serie Estación Palmira.

1 - Testigo; 2 - N P K; 3 - 4 K; 4 - P; 5 - N; 6 - N P; 7 - N K; 8 - P K.

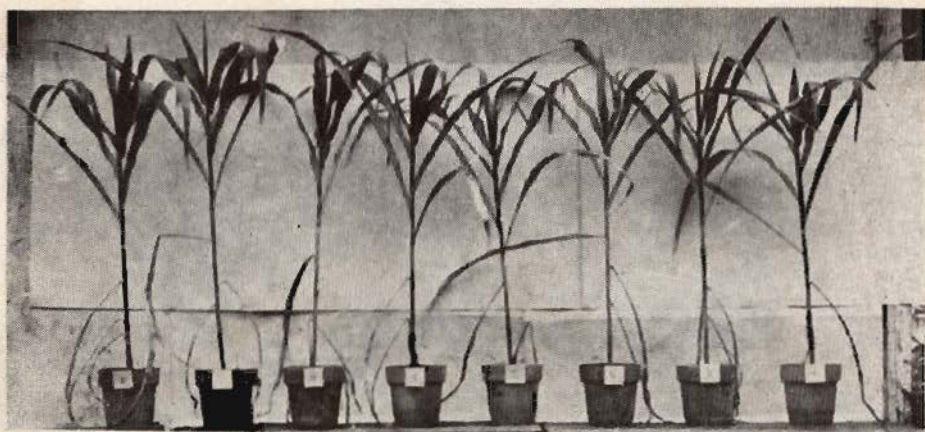


Figura 4. Maíz en suelo franco-arcilloso de la Serie Gorgona tratado con elementos mayores.

1 - Testigo; 2 - N P K; 3 - K; 4 - P; 5 - N; 6 - N P; 7 - N; 8 - P K.

de estos suelos, así como la diferencia en textura, pudieran obrar en este sentido.

Las plantas de maíz no respondieron favorablemente a la aplicación de los nutrientes mayores (N, P y K) y sus combinaciones, ni a la de elementos menores, debido probablemente a la intervención de factores extrínsecos al experimento que los afectaron en distinta forma, tales como: a) influencia de la sombra proyectada por las plantas adyacentes; b) diferencias de temperatura entre los diversos lugares del invernadero (las plantas más próximas a las paredes de

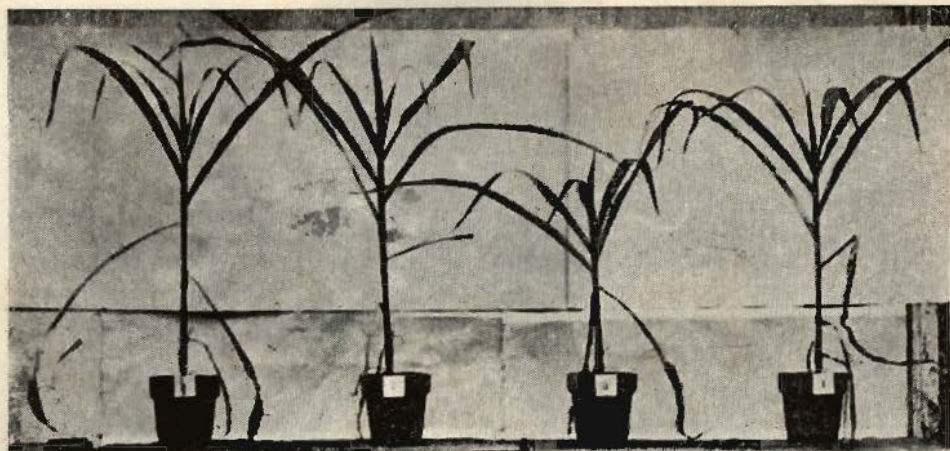


Figura 5. Influencia de elementos menores sobre plantas de maíz en suelo franco-arcilloso de la Serie Gorgona.

1 - Testigo; 2 - N P K; 3 - N P K más E.M.; 4 - "Es-Min-El".

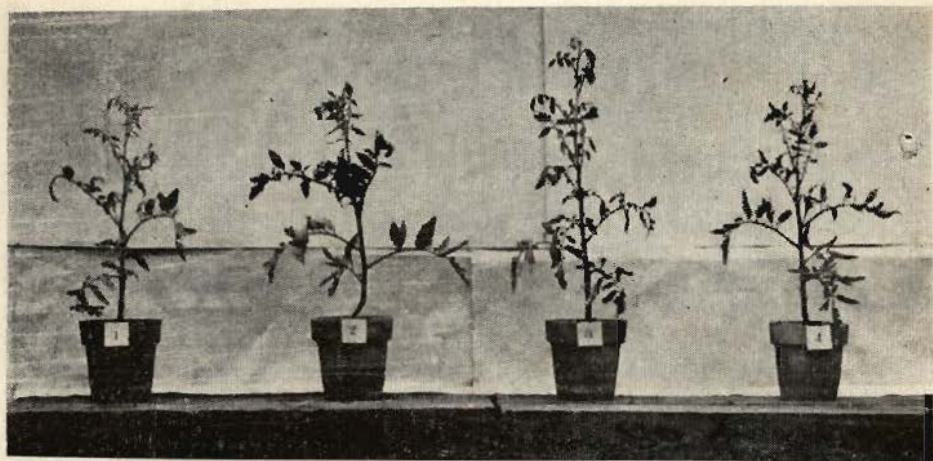


Figura 6. Influencia de elementos menores sobre plantas de tomate en suelo franco-arenoso de la Serie Gorgona.

1 - Testigo; 2 - N P K; 3 - N P K más E.M.; 4 - "Es-Mil-El".

vidrio estaban sujetas a una temperatura más alta por recibir en forma más directa el calor reflejado por aquellas); c) heterogeneidad del suelo, ya que es imposible concebir uno completamente uniforme, tanto en sus características físicas como químicas, en todos sus puntos, más cuando ha sido sometido a condiciones artificiales como en el presente caso; d) diferencias de intensidad lumínica dentro del invernadero; e) variaciones en la humedad del suelo en las diferen-

tes macetas, puesto que era difícil mantener regularmente en todas ellas el mismo grado deseable para obtener el máximo crecimiento.

Además, las concentraciones inadecuadas de los elementos nutrientes y el tamaño inapropiado de las macetas para el desarrollo natural de sus raíces, pudieron constituir factores intrínsecos que afectaron las plantas con igual intensidad.

Con tomate, en cambio, se observaron respuestas más lógicas debido posiblemente a que los factores antes citados lo afectaron en forma menos sensible. Por otra parte su aspecto general, en oposición con el maíz, en la mayoría de los casos, acorde con el peso seco, lo cual aumenta su importancia como planta índice.

V. CONCLUSIONES

1. Los resultados con tomate indican que:

- a) La Serie Estación Palmira no se encuentra significativamente deficiente en ninguno de los nutrientes ensayados. A pesar de ello se notan influencias de los tratamientos con N P K, P, N y N P.
- b) En la Serie Gorgona se obtuvieron respuestas favorables significativamente con los tratamientos P K, N, N P K, P, N P, K y N K, siendo los cinco primeros los mejores según lo demuestra el análisis de la diferencia crítica de sus totales.

2. De los resultados con maíz se deduce:

- a) El tratamiento N KP más E.M. bajó el total del testigo en forma significativa en la Serie Estación Palmira. Con N K se aumentó el testigo pero en forma no significativa.
- b) En la Serie Gorgona los tratamientos superiores al testigo no fueron significativos. Con Nitrógeno sólo, se produjo un efecto deprimente altamente significativo con relación al testigo, hecho contrario al esperado, por haber permanecido esta serie en el sitio que se recolectó cultivada con gramíneas las cuales, como es sabido, utilizan en cantidad apreciable el nitrógeno.

3. Algunas causas ajenas a la experiencia, posiblemente intervinieron afectando las plantas en distinta forma. Entre éstas pueden citarse:

- a) Influencia de la sombra proyectada por las plantas adyacentes; b) diferencia de temperatura entre los diferentes puntos del invernadero; c) la heterogeneidad del suelo; d) diferencias de intensidad lumínica dentro del invernadero; e) concentraciones tóxicas o débiles de los nutrientes y f) variaciones en la humedad del suelo en las diferentes macetas.

4. El maíz se mostró deficiente como planta indicadora en condiciones de invernadero.
5. El tomate se comportó, como planta índice, en forma verdaderamente prometedora.

VI. RESUMEN

El autor describe un ensayo biológico con macetas en condiciones de invernadero con las Series Estación Palmira y Gorgona usando como plantas indicadoras el maíz y el tomate, con el objeto de obtener una estimación cualitativa de sus posibles deficiencias en nutrientes, tomando como base el peso seco a 80°C., de las plantas cortadas a nivel del suelo a las nueve y diez semanas respectivamente. Se investiga la influencia de 10 tratamientos por triplicado para ambas series y con ambas plantas. Se emplean los tres elementos N, P y K en todas las combinaciones posibles, más dos tratamientos con elementos menores.

Los resultados se interpretan de acuerdo con el análisis de Variancia y diferencia crítica de los totales producidos por la suma de los pesos secos de las replicaciones correspondientes a cada tratamiento.

Las conclusiones más sobresalientes son:

1. En Tomate:
 - a) La Serie Estación Palmira no se encuentra significativamente deficiente en ninguno de los nutrientes ensayados. A pesar de ello, se notan influencias de los tratamientos con N P K, P, N y N P.
 - b) En la Serie Gorgona se obtienen respuestas favorables significativamente, con los tratamientos P K, N P K, P, N P, K y N K, siendo los cinco primeros los mejores.
2. Con Maíz. Tanto la Serie Estación Palmira como la de Gorgona no respondieron significativamente a la aplicación de los tratamientos ensayados.
3. Las siguientes causas, posiblemente, han influenciado los resultados: a) sombra proyectada por plantas adyacentes, b) diferencias de temperatura entre los diversos puntos del invernadero; c) heterogeneidad del suelo; d) diferencias de intensidad lumínica; e) concentraciones tóxicas o débiles de los nutrientes; f) variaciones en la humedad del suelo.
4. El maíz es deficiente como planta indicadora.
5. El tomate es prometedor como planta índice.

SUMMARY

The author describes a biological assay with pots under greenhouse conditions with Estación Palmira sandy loam and Gorgona clay loam, using as indicator plants, corn and tomato, with the purpose of obtaining a qualitative estimate of their possible deficiency in nutrients, taking as the basis the dry weights at 80°C of plants cut at ground level after 9 and 10 weeks respectively. He investigated the influence of 10 treatments in triplicate for both soils with both plants. The three elements N, P K were used in all possible combinations, plus two treatments with minor elements.

The results are interpreted with the aid of the analysis of differences required for significance, variance and differences in the totals obtained as the sums of the dry weights for the corresponding replications of each treatment.

The most outstanding conclusions are:

1. In Tomato:

- a) Estación Palmira sandy loam, showed no significant deficiency for any of the nutrients tested. Nevertheless there were favorable influences noticed for these treatments: N P K, P, N and N P.
- b) In the Gorgona clay loam favorable significant responses were obtained for the treatments P K, N, N P K, P, N P, K and N K, with the first five being the best.

2. With Corn:

Estación Palmira sandy loam as well as Gorgona clay loam did not respond significantly to the application of the given treatments.

- 3. Probably, the following causes have influenced the results: a) the shadow projected by nearby plants; b) differences of temperature among the various points of the greenhouse; c) heterogeneity of the soil; d) differences in the intensity of light; e) toxic or weak concentrations of the nutrients; f) variations in the moisture contents of the soils.
- 4. Corn is not a sensitive indicator plant.
- 5. Tomato is a promising sensitive indicator plant.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. **Borden, R. J.**— Modified Mitscherlich method for soil cultures. *Soil Sci.* **62** (1): 51-70. 1946.
2. **Boussingault, J. B.**— Recherches chimique sur la végétation entreprises sur le but d' examiner si les plantes prennent de l' azote à l' atmosphere. *Ann. Chim. Phys.* **67**: 5-45. 1838.
3. **Colwell, W. E.**— A biological method for determining the relative boron contents of soils. *Soil Sci.* **56**: 71-94. 1943.
4. **Colwell, W. E.**— Intensified cropping to diagnose mineral element deficiencies, a method to determine relative boron contents of soils. *Soil Sci.* **62** (1). 43-49. 1946.
5. **Irusta, F. y Molina, J. M.**— Estudio de los suelos de las haciendas "La Cabaña", "La Rita", "El Rosario", y "Hacienda Real". Inédito. p. 8-9-12-13.
6. **Jenny, N.**— Nutrient level determinations by greenhouse and fields methods of studying fertilizer needs. Unpublished Work. 1944.
7. **Jenny, H. Vlamis, J. and Martín, E. W.**— Greenhouse assay of fertility of California soils. *Hilgardia. California Agri. Exp. Jour* **20**: 1-17. 1950.
8. **McGeorge, W. T.**— Modified Neubauer Method of soil cultures. *Soil Sci.* **62** (1): 61-70. 1946.
9. **Parra, J.**— Las chapolas de café en el estudio de los suelos. *Boletín informativo de la Federación Nal de Cafeteros. Chinchiná (Colombia)* **4**: 15-26. 1953.
10. **Rojas Cruz, L. A.**— Suelos de la Sabana de Bogotá. *Agricultura Tropical (Colombia)* **8** (2): 47-52; (3): 51;53; (4): 39-46; (5): 31-33; (6): 27-30-(7); 7-53. 1952.
11. **Stephenson, R. E. y Shuster, C. C.**— Laboratory greenhouse and field methods of studying fertilizers weeds. *Soil Sco.* **52**: 137-153. 1941.
12. **Vandecaveye, S. C.**— Biological methods of determining nutrients in soils **En**: Diagnostic techniques for soils and crops. p. 199-215. Washington. The American Potash Institute. 1948.
13. **Vega V, y Rojas Cruz, L. A.**— Serie de Suelos de "La Cabrera" y su fertilidad. *Agricultura Tropical (Colombia)* **7** (12): 31-35. 1951.

BIBLIOGRAFIA NO CITADA

1. **Cook, R. L. y Millar, C. E.**— Some techniques which help to make greenhouse investigations comparable with field plot experiments. *Soil Sci. Soc. Proc.* **11**: 298-304. 1946.
 2. **Cox, G. M. y Cochran, W. G.**— Designs of greenhouse Experiments for Statistical Analysis. *Soil Sci.* **62** (1): 87-89. 1946.
 3. **Parker, M. W.**— Environmental factors and their control in plant experiments. *Soil. Sci.* **62** (1): 109-119. 1946.
 4. **Paterson, D. D.**— Analysis of Variance **En**: Statistical technique in agricultural research. p. 31-45 New York McGraw Hill. 1939.
 5. **McIntire, W. H. y Winterberg, S. H.**— Pot method for soil cultures. *Soil. Sci.* **62** (1): 33-41. 1946.
 6. **Schreiner, O. y Anderson, M. S.** —Determining the fertilizer requirements of soils. Yearbook. United States Department of Agriculture. **1938**: 479-482.
-