

Reprint from / Nachdruck aus / Reimpresión de / Réimpression de / Reprodução de /
Estratto da / Preštampano iz

4.02.30

54.2

SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA PROCEEDINGS

VOL. 18, NO. 1, 1954

Total text in English from page 11 to page 16
Texto total en español de página 17 hacia página 23

Fertilizer Experiments with Field Corn on Everglades Peaty Muck Soil

Düngungsversuche mit Futtermais auf organischen Böden in Florida
(Everglades Peaty Muck Soil)

•
Ensayos de abonos con maíz forragero en suelos orgánicos en Florida
(Everglades Peaty Muck Soil)

•
Essais de fumure sur maïs fourrage dans des sols humifères en Floride
(Everglades Peaty Muck Soil)

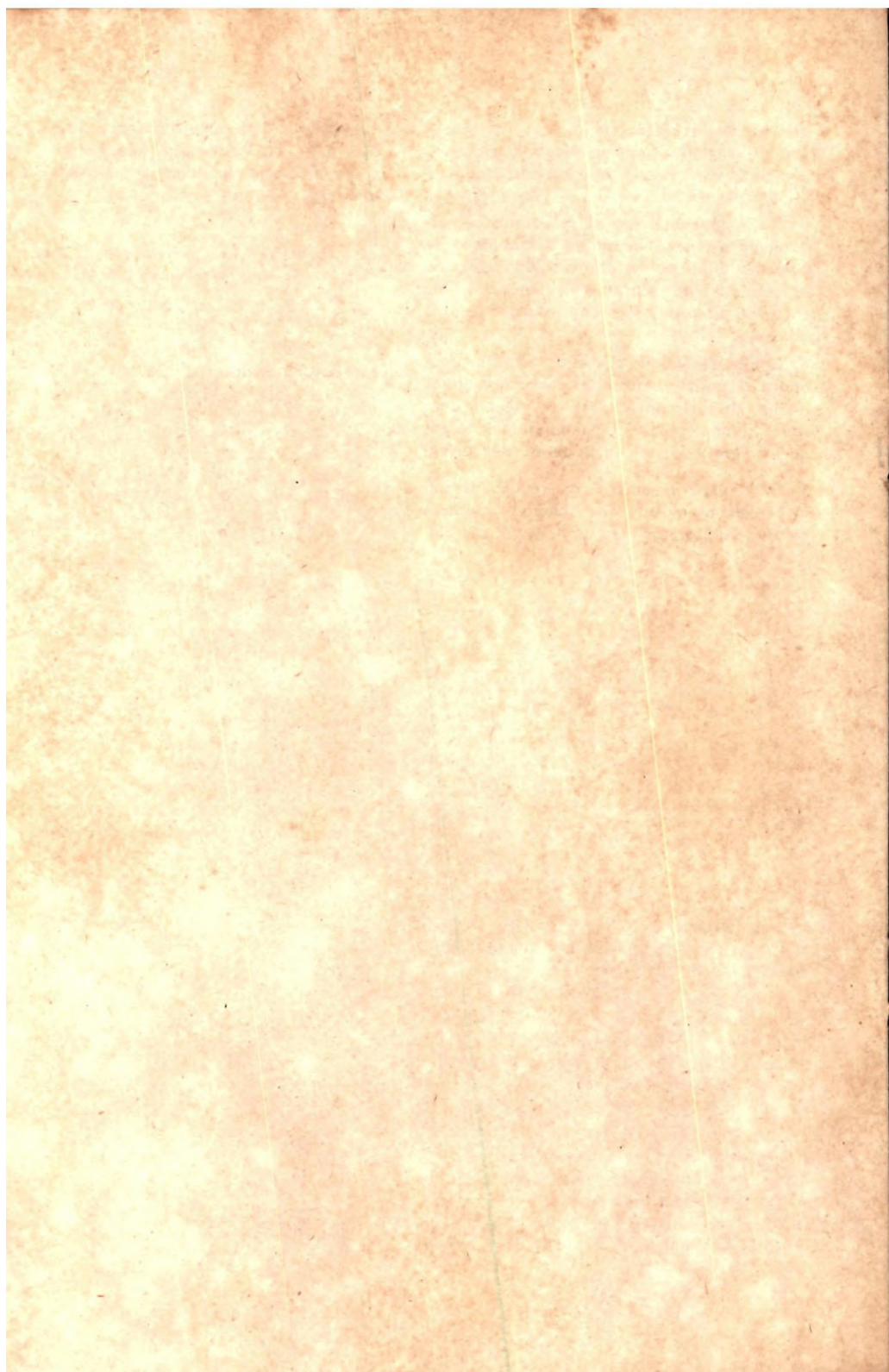
•
Experiências de adubação com milho de forragem em solos orgânicos na Flórida
(Everglades Peaty Muck Soil)

•
Esperienze di concimazione su mais da forraggio in terreni organici della Florida
(Everglades Peaty Muck Soil)

•
Ogledi sa djubrenjem kukuruza za silažu na organskim zemljištima u Floridi
(Everglades Peaty Muck Soil)

•
Florida'da organik topraklar üzerinde yem mısırile gübre denemeleri
(Everglades Peaty Muck Soil)

•
W. T. Forsee Jr.; V. E. Green Jr.; R. H. Webster
University of Florida, Everglades Experiment Station.



Preface: The United States of America have the largest area of land in the world devoted to the cultivation of maize. The production of new varieties and hybrids, which is here pursued with especially great vigour, has been an important factor in establishing the United States in the leading position in the cultivation of maize. The productive and quick-growing varieties and hybrids, however, require an adequate supply of nutrients for the full development of their inherited productivity. A quantitative application of fertilizers, adjusted both to the nutrient requirements of maize and to the nutrient content of the soil, is therefore an important prerequisite for the successful growing of maize.

Fertilizer recommendations on a scientific foundation can be made on the basis of:

1. Fertilizer Experiments
2. Soil Analyses
3. Leaf or Plant Analyses
4. Microbiological Tests.

Since fertilizer trials are too costly and time-consuming to serve as the sole means for fertilizer recommendations, the advice is most based on the results of soil or plant analyses. The values obtained from the chemical analysis of soils are largely governed by the nature of the extracting reagent employed and by the nature of the soil itself. Hence, the figures represent only relative values and are not comparable with those obtained by another method. Fertilizer experiments are therefore necessary to determine the correlation between the analytical data and the corresponding yields.

In this paper, taking fertilizer experiments with maize as an example, a demonstration is given of the method by which the values obtained

from a soil analysis may be used as a basis for fertilizer recommendations.

For this purpose, fertilizer trials with incremental dressings of potash and phosphate were laid out and the yields resulting from the fertilizer treatments were compared with the corresponding potash and phosphate values obtained in the soil analysis, as well as with the content of these nutrients in the maize plants.

The potassium content of the soil and of the plants was determined by means of a flame photometer employing 0.5 N acetic acid as extractant, while the phosphorus content was measured colorimetrically, the extracting reagent for the soil being distilled water, and 0.5 N acetic acid for the plant material.

By the use of a potash fertilizer the yield of maize was increased from 26 bushels per acre to 63 bushels per acre. The corresponding values found in the soil analysis, expressed as lbs. per acre, changed from 30 to 70 lbs. per acre. The plants insufficiently supplied with potash contained 2.72 K per cent dry matter, while the well nourished plants had a content of 5 per cent.

With regard to phosphoric acid the experiments showed that optimal yields could be obtained when the water soluble phosphoric acid amounted to 8 lbs. per acre. Well nourished plants contained about 0.13 P per cent dry matter.

These experiments have now put the authors in a position to give exact fertilizer recommendations on the basis of soil analysis. Experiments with maize and other crops showed that an increase of 1 lb. per acre in the amount of potassium found in the analysis is effected by the application of from 2 to 3 lbs. K_2O per acre. Thus, with a potassium content of 40 lbs. acetic

acid soluble potassium per acre about 75 lbs. K_2O would be required per acre to bring the soil's potassium content to the desired level of 70 lbs. per acre. An increase of 1 lb. in the phosphorus found in the soil by analysis is effected by the application of from 15 to 20 lbs. P_2O_5 per acre.

At the same time the experiments also showed that the nutrients P and K mutually influence each other in the up-take, and this emphasises the importance of a balanced application of fertilizers.



Vorbemerkung: Die Vereinigten Staaten von Amerika sind das größte Maisanbauland der Welt. Die hier besonders intensiv betriebene Entwicklung von neuen Sorten und Hybriden hat mit zu der führenden Stellung der USA in der Maisproduktion beigetragen. Die leistungsfähigen und schnellwüchsigen Sorten bzw. Hybriden verlangen aber zur vollen Entfaltung ihres genetisch bedingten Leistungsvermögens eine ausreichende Nährstoffversorgung. Eine ausgewogene, dem Nährstoffbedürfnis des Mais und dem Nährstoffgehalt des Bodens angepaßte Düngung ist daher eine wichtige Voraussetzung erfolgreichen Maisbaues.

Wissenschaftlich fundierte Düngungsempfehlungen können gegeben werden auf Grund von:

1. Düngungsversuchen
2. Bodenanalysen
3. Blatt- oder Pflanzenanalysen
4. Mikrobiologischen Tests

Da Düngungsversuche als alleiniges Mittel für Düngungsempfehlungen zu kostspielig und zeitraubend sind, werden die Düngungsempfehlungen meist auf den Ergebnissen von Boden- oder Pflanzenanalysen aufgebaut. Die Werte, die man bei der chemischen Bodenanalyse gewinnt, hängen weitgehendst von der Art des verwendeten Extraktionsmittels und der Art des Bodens ab. Die Zahlen stellen daher nur relative Größen dar und lassen sich von einer Methode zur anderen nicht vergleichen. Zur Interpretation der Bodenanalysen sind daher

Düngungsversuche notwendig, um die Korrelation zwischen den Analysendaten und den entsprechenden Erträgen zu erhalten.

In der vorliegenden Arbeit wird am Beispiel von Düngungsversuchen mit Mais die Methodik gezeigt, wie die Werte der Bodenanalysen als Grundlage für Düngungsempfehlungen zu verwerten sind.

Hierzu wurden Düngungsversuche mit steigenden Kali- und Phosphorsäuregaben angelegt und die durch die Düngung erzielten Erträge mit den dazugehörigen Kali- und Phosphorsäurewerten im Boden sowie dem Gehalt dieser Nährstoffe in den Maispflanzen verglichen.

Der Kaliumgehalt des Bodens und der Pflanzen wurde flammenphotometrisch nach Extraktion mit 0,5 N Essigsäure bestimmt, während der Phosphorgehalt colorimetrisch gemessen wurde, wobei für den Boden destilliertes Wasser und für die Pflanzen 0,5 N Essigsäure als Extraktionsmittel zur Verwendung kam.

Durch Kalidüngung konnten die Maiserträge von 26 bushel je acre auf 63 bushel je acre gesteigert werden. Die in der Bodenanalyse gefundenen entsprechenden Werte, die auf lbs. per acre umgerechnet wurden, schwankten von 30 auf 70 lbs. Die mangelhaft mit Kali ernährten Pflanzen enthielten in der Trockensubstanz 2,72% K, während die gut ernährten Pflanzen einen Kaliumgehalt von 5% hatten. Hinsichtlich der Phosphorsäure ergaben die Versuche, daß optimale Erträge bei einem Gehalt an wasserlöslicher Phosphorsäure entsprechend 8 lbs. per acre P erzielt werden konnten. Gut ernährte Pflanzen wiesen einen Gehalt von ca. 0,13% essigsäurelöslichem Phosphor in der Trockensubstanz auf.

Auf Grund dieser Versuche sind die Autoren nunmehr in der Lage, auf der Basis von Bodenanalysen exakte Düngungsempfehlungen für Mais zu geben. Versuche mit Mais und anderen Kulturen zeigten, daß ein Anstieg des in der Analyse gefundenen Kaliums um ein lb. per acre durch eine Gabe von 2 bis 3 lbs. per acre K_2O erreicht wird. Bei einem Kaliumgehalt von 40 lbs. essigsäurelöslichem Kalium wären also ca. 75 lbs. K_2O nötig, um den erwünschten Kaliumspiegel im Boden von 70 lbs. per acre zu erreichen. Eine Steigerung des in der Ana-

lyse gefundenen Phosphors im Boden um ein lb. per acre wird durch eine Gabe von 15 bis 20 lbs. P_2O_5 erreicht.

Die Versuche ergaben gleichzeitig, daß sich die Nährstoffe P und K gegenseitig in der Aufnahme beeinflussen, was auf die Bedeutung einer ausgewogenen Düngung hinweist.

Observación preliminar: Los Estados Unidos de Norteamérica es el país que más cultiva maíz en el mundo. El desarrollo de nuevas variedades e híbridos que aquí se ha impulsado en forma especialmente intensa ha contribuido a la posición conductora de los EE. UU. de N.A. en la producción de maíz. Las variedades e híbridos productivos y precoces exigen empero para desarrollar plenamente su productividad condicionada genéticamente un aprovisionamiento abundante de elementos nutritivos. Por eso una abonadura equilibrada adaptada a la necesidad de elementos nutritivos del maíz y al contenido del suelo de estos mismos elementos es un prerrequisito importante del cultivo exitoso del maíz.

Recomendaciones de abonos basadas científicamente se pueden dar con el siguiente fundamento:

1. Ensayos de abonos
2. Análisis de suelos
3. Análisis de hojas o de plantas
4. Pruebas microbiológicas

Puesto que los ensayos de abonos como único medio para dar recomendaciones sobre fertilizantes son demasiado costosos y quitan mucho tiempo, la mayoría de las veces las recomendaciones de abonos se fundan en los resultados de análisis del suelo o de las plantas. Los valores que se obtienen con el análisis químico del suelo dependen ampliamente de la naturaleza del medio de extracción empleado y de la clase de suelo. Por eso, las cifras representan solamente magnitudes relativas y no se pueden comparar las de un método con las de otro. Por eso, para interpretar los análisis del suelo se necesitan los ensayos de abonos para obtener la correlación entre los

datos del análisis y los rendimientos respectivos. En el presente trabajo, poniendo como ejemplo los ensayos de abonos con maíz, se muestra el método como deben aprovecharse los valores de los análisis de suelo como fundamento de las recomendaciones de abonos.

Además, se establecieron ensayos de abonos con dosis progresivas de potasa y de ácido fosfórico y se compararon los rendimientos obtenidos con la abonadura con los valores correspondientes de potasa y ácido fosfórico del suelo como también el contenido de las plantas de maíz de estos elementos nutritivos.

El contenido de potasio del suelo y de las plantas se determinó con el fotómetro de llama después de extraerlo con ácido acético 0,5 N., mientras que el contenido de fósforo se midió colorimétricamente, para lo cual se empleó agua destilada para el suelo y ácido acético 0,5 N. para las plantas como medio de extracción.

Gracias a la aplicación de fertilizantes potásicos se pudo elevar los rendimientos del maíz de 26 a 63 bushels por acre. Los valores correspondientes encontrados en el análisis del suelo, que se convirtieron en libras por acre oscilaron entre 30 y 70 libras. Las plantas alimentadas insuficientemente con potasa contenían en la materia seca 2,72% de potasio, mientras que las plantas bien alimentadas arrojaron un contenido de potasio de 5%.

Con respecto al ácido fosfórico los ensayos indicaron que se podían obtener los rendimientos óptimos con un contenido de ácido fosfórico hidrosoluble correspondiente a 8 libras de fósforo por acre. Plantas bien alimentadas arrojaron un contenido de alrededor de 0,13% de fósforo soluble en ácido acético en la materia seca.

Sobre la base de estos ensayos los autores están ahora en situación de dar recomendaciones exactas de abonos para el maíz fundados en los análisis de suelos. Los ensayos con maíz y otras plantas demostraron que con una aplicación de 2 a 3 libras de K_2O por acre se obtiene un aumento de una libra por acre del potasio encontrado en el análisis. Así pues, con un contenido de potasio de 40 libras de potasio soluble en el ácido acético se necesi-

tarían 75 libras de K_2O para alcanzar en el suelo el deseado nivel de 70 libras por acre. Un aumento de una libra por acre del fósforo hallado en el suelo se obtiene con una dosis de 15 a 20 libras de P_2O_5 .

Los ensayos indicaron simultáneamente que los elementos nutritivos P y K se influyen mutuamente en la absorción, lo que nos indica la importancia que tiene una abonadura equilibrada.

Avant-propos: Les Etats-Unis d'Amérique sont, de tous les pays du monde, ceux qui comptent les plus vastes surfaces cultivées en maïs. La création de nouvelles variétés et d'hybrides nouveaux, qui est poursuivie de façon particulièrement systématique dans ce pays, a contribué à assurer aux USA la place prépondérante qu'ils occupent dans ce domaine. Les variétés ou hybrides à rendement intensif et à croissance rapide exigent toutefois un approvisionnement suffisamment abondant en matières nutritives pour utiliser en plein la capacité de production qui leur est génétiquement dévolue. C'est pourquoi une fumure bien équilibrée et adaptée aux besoins de substances nutritives du maïs et à la teneur du sol en matières fertilisantes est l'une des conditions essentielles dont dépend le succès dans la culture du maïs.

Des recommandations relatives à la fumure, fondées sur l'expérience scientifique, peuvent être données sur la base

1. d'essais de fumure
2. d'analyses du sol
3. de diagnostics foliaires ou d'analyses des plantes
4. de tests microbiologiques

Comme il est impossible de ne recourir qu'à des essais de fumure pour établir des recommandations pour la fumure des plantes, vu la cherté et la durée de ces essais, ces recommandations se fondent le plus souvent sur les résultats d'analyses du sol ou des plantes. Les données que l'analyse du sol permet d'obtenir dépendent toutefois dans une large mesure

du genre de produit utilisé pour l'extraction et de la nature du sol. Les résultats ainsi obtenus ne sont donc que des chiffres relatifs ne pouvant être comparés entre eux dès que la méthode d'extraction diffère. C'est pourquoi il est nécessaire de faire des essais de fumure pour interpréter les résultats des analyses du sol, c'est-à-dire afin d'obtenir une corrélation entre ces résultats et les rendements correspondants. Dans le présent travail, on démontre en partant d'exemples d'essais de fumure, quelle méthode il convient de suivre pour utiliser les résultats d'analyse du sol en vue d'établir des recommandations pour la fumure.

A cet effet, des essais de fumure furent entrepris avec des doses différentes de potasse et d'acide phosphorique. Les rendements obtenus ensuite de la fumure furent comparés avec les chiffres exprimant la teneur en potasse et en acide phosphorique du sol des parcelles correspondantes, ainsi qu'avec la teneur des plantes de maïs en ces substances nutritives.

La teneur du sol et des plantes en potassium fut déterminée par photométrie de flamme après extraction avec de l'acide acétique 0,5 N, tandis que la teneur en phosphore était déterminée par colorimétrie en utilisant comme moyen d'extraction de l'eau distillée pour le sol et de l'acide acétique 0,5 N pour les plantes.

Grâce à la fumure potassique, les rendements de maïs passèrent de 26 boisseaux à l'acre à 63 boisseaux. Les chiffres correspondants trouvés à l'analyse du sol, rapportés en lbs. par acre, variaient entre 30 et 70 livres. Les plantes ayant souffert d'un manque de potasse contenaient 2,72% de K dans la substance sèche, tandis que celles qui avaient été bien nourries accusaient une teneur en potassium de 5%.

En ce qui concerne l'acide phosphorique, les essais montrèrent que les conditions optimums de rendement purent être obtenues avec une teneur en acide phosphorique soluble à l'eau correspondant à 8 livres à l'acre. Des plantes bien nourries accusaient une teneur d'environ 0,13% de phosphore soluble à l'acide acétique dans la substance sèche.

Sur la base de ces essais, les auteurs sont maintenant en mesure d'établir des recomman-

datations exactes pour la fumure du maïs en partant des résultats d'analyses du sol. Des essais effectués avec du maïs et d'autres cultures ont montré qu'un accroissement d'une livre par acre du potassium trouvé à l'analyse en suite d'un apport de 2 à 3 livres de K_2O par acre peut être atteint. Pour une teneur en potassium de 40 livres de potassium soluble à l'acide acétique, il faudrait donner une fumure de 75 livres de K_2O par acre pour obtenir la quantité désirable de 70 livres par acre. Une augmentation d'une livre du phosphore trouvé à l'analyse du sol est atteinte par une fumure de 15 à 20 livres de P_2O_5 .

Les essais ont également démontré que les éléments P et K ont une influence réciproque sur l'absorption de ces éléments, ce qui fait ressortir l'importance qu'a une fumure bien équilibrée.

Prefácio: Os Estados Unidos da America são os maiores produtores de milho no mundo. A criação de variedades novas e híbridos, ali praticado com especial intensidade, ajudou os Estados Unidos a lograr a posição de destaque na produção de milho. Porém, as variedades e os híbridos de grande rendimento e rápido crescimento exigem suficiente provisão de matérias nutritivas a fim de poder desenvolver plenamente sua capacidade de produção sujeita a condições genéticas. Assim, a adubação equilibrada, harmonizando as necessidades do milho com o teor de matérias nutritivas do solo, é uma condição essencial para a cultura lucrativa do milho.

Podem-se recomendar fórmulas de adubo, cientificamente justificadas, com base em:

1. Experiências de adubação.
2. Análises de solo.
3. Análises de folhas ou plantas.
4. Exames microbiológicos.

Uma vez que experiências de adubação, como expediente unico para determinar fórmulas de adubo, exigem muito tempo e dinheiro, estabelecem-se as recomendações de adubação, na maioria das vezes, nos resultados das

análises de solo ou plantas. Os valores obtidos pela análise química do solo dependem grandemente da espécie do meio de extração empregado, bem como da natureza do solo. Por isso, os algarismos não representam senão valores relativos e as cifras obtidas com o emprego de um determinado processo de análise não podem ser comparadas com aquelas resultando de um processo diverso. Para poder-se interpretar as análises de solo, é preciso fazer experiências de adubação, a fim de se obter a correlação entre os dados das análises e as correspondentes safras.

No presente trabalho indica-se, pelo exemplo de experiências de adubação realizadas na cultura de milho, como devem ser empregados os valores das análises de solo como base para as recomendações de adubação.

Para tal fim, fizeram-se experiências de adubação, empregando doses de potassa e ácido fosfórico em escala crescente; em seguida compararam-se as safras obtidas pela adubação com os respectivos valores de potassa e ácido fosfórico no solo e o teor destas matérias nutritivas nos pés de milho.

O teor de potássio, no solo e nas plantas, foi verificado, de forma centelha-fotométrica, após a extração com 0,5 N de ácido acético, ao passo que o teor de fosforo foi medido colorimetricamente, empregando-se para o solo água destilada e para as plantas 0,5 N de ácido acético como meio de extração.

Por meio de adubação com potassa foi possível aumentar as safras de milho de 23 "bushels" por acre para 63 "bushels" por acre. Os correspondentes valores verificados pela análise de solo, convertidos em lbs. por acre, se elevaram de 30 para 70 lbs. As plantas deficientemente nutridas com potassa continham, na substância seca, 2,72% de K enquanto as plantas bem nutridas tinham um teor de 5% de potássio.

Quanto ao ácido fosfórico, as experiências demonstraram que ótimas safras podem ser conseguidas com um teor de ácido fosfórico solúvel em água correspondente a 8 lbs. de P por acre. Plantas bem nutridas continham, na substância seca, um teor de aproximadamente 0,13% de fósforo solúvel em ácido acético.

Tais experiências proporcionam, agora, aos autores a possibilidade de fornecer, com base em análises de solo, exatas recomendações para a adubação das culturas de milho. Experiências feitas com milho e outras culturas mostraram que uma dose de 2 a 3 lbs. de K_2O por acre eleva o teor de potássio encontrado na análise de uma libra por acre. Portanto, com um teor de potássio de 40 lbs. de potássio solúvel em ácido acético, haveria necessidade de aproximadamente 75 lbs. de K_2O a fim de obter-se o desejado nível de potássio no solo de 70 lbs. por acre. Para aumentar o teor de fósforo do solo, encontrado pela análise, de uma libra por acre, é necessária uma aplicação de 15 a 20 lbs. de P_2O_5 .

As experiências demonstraram, ao mesmo tempo, que as matérias nutritivas P e K se influem mutuamente na absorção, fato este que acentua a importância de uma adubação equilibrada.

●
Prefazione: Gli Stati Uniti d'America sono il paese più importante del mondo per la coltivazione del mais, ed a questa posizione primaria hanno particolarmente contribuito l'intensa ricerca ed impiego di nuove cultivar ed ibridi. Ma le cultivar e gli ibridi altamente produttivi e precoci richiedono, per la piena estrinsecazione delle loro capacità genetiche, un abbondante approvvigionamento di sostanze nutritive; una concimazione equilibrata, adatta al fabbisogno della coltura ed al contenuto di sostanze nutritive del terreno, è quindi la premessa indispensabile anche per il successo di questa coltura.

Consigli di concimazione di carattere scientifico possono essere dati sulle seguenti basi:

1. Esperienze di concimazione
2. Analisi del terreno
3. Analisi della foglia e della pianta
4. Tests microbiologici

Poiché le esperienze di concimazione sono costose ed esigono molto tempo, si ricorre nella maggior parte dei casi ai risultati delle analisi del terreno e delle piante. Per quanto

concerne le analisi del terreno, i dati che si ottengono dipendono largamente dal mezzo di estrazione adoperato e dalla natura del terreno e sono pertanto delle grandezze relative, che non permettono il confronto tra i diversi metodi. Per l'interpretazione delle analisi del terreno sono quindi necessarie delle esperienze di concimazione, onde ottenere una correlazione tra i dati d'analisi e le produzioni in campo.

Nel presente lavoro viene dimostrato, sulla base di esperienze di concimazione su granturco, come impiegare i dati delle analisi del terreno quale guida per una concimazione razionale.

A questo proposito vennero istituite delle prove di concimazione a dosi crescenti di fosforo e di potassio e vennero confrontate le produzioni ottenute con il contenuto di fosforo e di potassio del terreno e della pianta.

Il contenuto in potassio del terreno e della pianta furono determinati con il fotometro a fiamma, dopo estrazione con soluzione 0,5 N di acido acetico, mentre il contenuto in fosforo venne ottenuto per via colorimetrica; in questo caso si impiegò quale mezzo di estrazione per il terreno l'acqua distillata, e per le piante una soluzione 0,5 N di acido acetico.

Con la concimazione potassica la produzione di mais aumentò da 26 a 63 bushel per acre, mentre i valori relativi, trovati nell'analisi del terreno e riportati a libbre per acre, oscillavano tra 30 e 70 libbre/acre. Le piante scarsamente rifornite di potassa contenevano nella sostanza secca il 2,72% di K, mentre le piante ben approvvigionate avevano un contenuto potassico del 5%.

In merito al fosforo, dalle esperienze risultò che le produzioni ottimali potevano essere raggiunte con un contenuto di anidride fosforica idrosolubile pari a 9 libbre per acre. Le piante ben rifornite avevano un contenuto di circa 0,13% (nella sostanza secca) di anidride fosforica solubile in acido acetico.

In seguito a queste esperienze, gli autori si sono trovati nella condizione di poter dare dei consigli esatti di concimazione in base alle analisi del terreno. Dalle prove condotte su mais e su altre colture è infatti risultato che un aumento di 1 libbra/acre del potassio deter-

minato per via analitica può essere ottenuto con la somministrazione di 2—3 libbre/acro di K_2O . Con un contenuto di potassa di 40 libbre di potassio solubile in acido acetico, sarebbero quindi necessarie circa 75 libbre di K_2O per ottenere il desiderato livello potassico nel terreno di 70 libbre per acro.

Un aumento di 1 libbra per acro del fosforo trovato nel terreno per via analitica può essere raggiunto con una dose di 15—20 libbre di P_2O_5 .

Dalle esperienze condotte è inoltre risultato che fosforo e potassio influenzano reciprocamente il loro assorbimento, il che riconferma la fondamentale importanza di una concimazione equilibrata.



Prethodna napomena: Sjedinjene države Amerike su najveći odgajivači kukuruza u svetu. Vodećem mestu SAD u proizvodnji kukuruza naročito je doprineo intenzivan rad na stvaranju novih sorata i hibrida. Ove visokopr nosne sorte, odnosno hibridi, za puno razvijanje njihovih genetski uslovljenih osobina zahtevaju obilato snabdevanje u hranljivim sastojcima. Odredjivanje odgovarajućeg đubrenja prema potrebama biljke kukuruza u hranljivim sastojcima i sadržine istih u zemljištu je važan preduslov za uspešno gajenje kukuruza.

Naučno zasnovane preporuke za đubrenje mogu da se daju na osnovu:

1. Oгледа sa đubrenjem,
2. Analize zemljišta,
3. Analize lista ili cele biljke,
4. Mikrobioloških ispitivanja.

Pošto su ogleđi sa đubrenjem kao jedino sredstvo za preporuke upotrebe đubriva preskupi i oduzimaju mnogo vremena, preporuke za đubrenja se daju najviše na osnovu rezultata analiza zemljišta i biljki. Vrednosti dobivene pri hemiskim analizama zemljišta zavise od vrste upotrebljenog sredstva za ekstrakciju i tipa zemljišta. Cifarski rezultati imaju samo relativno značenje i ne mogu da se međusobno upoređuju ako se upotrebe različite metode. Prema tome za interpretaciju analiza zemljišta potrebni su i ogleđi sa

đubrenjem, da bi se dobila korelacija između rezultata analiza i odgovarajućih prinosa.

U ovom radu prikazuje se metodika na primeru ogleđi sa đubrenjem kukuruza, kako se mogu iskoristiti vrednosti analiza zemljišta kao osnova za preporuke đubrenja.

U ovu svrhu postavljeni su ogleđi sa đubrenjem sa povećanim dozama kalijuma i fosfora, a prinosi dobijeni primenom đubrenja upoređeni su sa odgovarajućim vrednostima kalijuma i fosfora u zemljištu i sadržajem ovih hranljivih materija u biljci kukuruza.

Sadržaj kalija u zemljištu i biljci utvrdjen je plamenfotometričkim putem ekstrakcijom sa 0.5 n sirćetne kiseline, dok je sadržaj fosfora izmeren kolorimetričkim putem pri čemu su upotrebljeni kao ekstrakciono sredstvo destilovana voda za zemljište i 0.5 n sirćetne kiseline za biljke.

Đubrenjem kalijem prinosi kukuruza su mogli da se povise od 26 na 63 bušela po akru. Odgovarajuće vrednosti, dobijene analizom zemljišta, izražene u lbs./acre, varirale su od 30 do 70 lbs. Biljke nedovoljno hranjene kalijem sadržale su 2.72% K u suvoj supstanci, a biljke dobro hranjene imale su 5% kalija.

Što se tiče fosfora ogleđi su dokazali da su optimalni prinosi mogli biti postignuti pri sadržaju koji odgovara 8 lbs./acre lakopristupačne fosforne kiseline. Dobro hranjene biljke imale su u suvoj supstanci oko 0.13% fosfora rastvorljivog u sirćetnoj kiselini.

Na osnovu ovih ogleđi autori mogu katkad na bazi analiza zemljišta da dadu tačne preporuke za đubrenje. Ogleđi sa kukuruzom i drugim kulturama su pokazali, da se penjanje kalija konstatovanog putem analize po lb. po akru postiže dozom 2 do 3 lbs. K_2O po akru. Pri sadržaju u sirćetnoj kiselini rastvorljivog kalija od 40 lbs. bilo bi takođe potrebno oko 75 lbs. K_2O , pa da se postigne jasan uticaj kalijuma u zemljištu od 70 lbs. po akru. Povišenje fosfora u zemljištu konstatovano putem analize po jednoj lbs. po akru postiže se dozom od 15 do 20 lbs. P_2O_5 .

Ogleđi su istovremeno ukazali na uzajamno delovanje pri asimilaciji hranljivih sastojaka P i K, što ukazuje na značaj jednog recionalno proračunatog đubrenja.

Mukaddeme: Amerika Birleşik Devletleri dünya üzerinde en çok mısır ziraatı yapan bir memleketidir. Bilhassa yeni çeşitler ve melezler (Hibrid) ile intensif işletmelerin geliştirilmesinde önder mevki alan Amerika, mısır istihsalinin artışına imkân hazırlamıştır. Verim kabiliyeti yüksek ve çabuk büyüyen çeşitler yani Hibrid'ler, kendi genetikleri bakımından verim ve diğer hususiyetlerinin tezahürü için besin maddeleri ihtiyaçlarının yeter derecede sağlanmasını isterler. Bu zaviyeden mısır ziraatının en ehemmiyetli şartı, mısırın besin maddesi ihtiyacı ile toprağın besin maddeleri muhteviyatını dikkate alarak, uygun ve ölçülü bir gübreleme yapmaktan ibarettir.

İlmî temellere müstenit bir gübreleme tavsiyesi aşağıdaki esaslara göre yapılabilir:

- 1) Gübreleme denemeleri;
- 2) Toprak analizleri;
- 3) Yaprak yahut nebat analizleri;
- 4) Mikrobiyolojik testler.

Gübreleme tavsiyeleri için başlıca vasıta gübreleme denemeleri isede, bu usûl hem masraflı ve hem de zaman öldürücüdür. Bu sebeple gübreleme tavsiyeleri daha ziyade toprak veya nebat analizleri üzerine istinad etmektedir. Kimyevî toprak analizlerinin ifade ettikleri değer, bu tahlillerde kullanılan eriticileri (extraktion vasıtası) ve toprağın çeşidiyle alakalıdır. Bu sebepten dolayı rakkamlar izafî miktarlar olup, bir metodun diğeriyle mukayesesi de kabil değildir. Bu mülâhazalar sebebiyledir ki toprak analizlerinin manâlandırılması için, tahlil neticeleri ile uygun hasılat münasebetini elde etmek bakımından gübre denemelerine lüzum vardır.

Takdim edilen bu çalışmada, misâl olarak ele alınan mısırla yapılan gübreleme denemelerinde, toprak analiz değerlerinin gübre tavsiyeleri bakımından nasıl kıymetlendirilmekte olduğu, metodik olarak gösterilmiştir. Ayrıca yükseltile (K) ve (P_2O_5) normlarıyla yapılan gübreleme denemelerinde, bu yolla elde edilen mahsûllerin ait oldukları parsellerdeki toprağın (K) ve (P_2O_5) değerleriyle aynı parsellerdeki mısır nebatlarının ihtiva ettikleri (K) ve (P_2O_5) miktarlarının da mukayesesi yapılmıştır.

Toprak ve nebatların (K) muhteviyatları, Extraktion'u müteakip 0,5 N sirke asidi kullanılarak (Alevfotometrik) olarak ve (P_2O_5) muhteviyatı ise (Fotometrik) olarak tayin ve mesaha edilmiştir. Burada Extraktion vasıtası olarak, topraklar için distile (Taktir edilmiş) su ve nebatlar için 0.5 N sirke asidi kullanılmıştır.

(K) gübrelemesiyle mısır hasılatı acre (1 acre 4,39 dekadır) başına 26 Bushel (bir Bushel = İngiliz 36.35 litre, Amerikan 35.24 litre) den 63 bushale yükselmiştir. Toprak analizleriyle bulunan en uygun değer — ki acre başına libre olarak hesaplanmıştır — 30—70 libre arasında tahavvül göstermektedir.

Beslemede (K) sıkıntısı çeken nebatların kuru maddelerinde % 2,72 (K) bulunduğu halde, (K) ile iyi şekilde beslenen nebatlarda bu miktar % 5 olarak bulunmuştur.

Asitfosforik üzerine yapılan denemelerin neticelerine göre en uygun hasılat, acre başına 8 libre suda münhal asitfosforikle elde edilmiştir. Asitfosforikle iyi beslenen nebatların kuru maddelerinde sirke asidinde münhâl Asitfosforik miktarı, takriben % 0.13 olarak bulunmuştur.

Yukarıda bahsedilen bu deneme neticeleri üzerine müellifler mısır için, toprak analizleri esasına dayanarak, tam ve doğru olarak gübreleme tavsiyeleri yapabilmek imkânını bulmuşlardır. Mısır veya diğer nebatlarla yapılan tecrübeler göstermiştir ki, analizlerle bulunan (K) un beher acre'da 1 libre yükseltilemesi için acre başına 2—3 libre (K_2O) normuna lüzum vardır. Toprakta, sirke asidinde münhal 40 libre (K) un olması için bu duruma göre takriben 75 libre (K) a ihtiyaç vardır. Ancak bu sayede Potasyum miktarı acre başına 70 libreye ulaşabilir.

Toprakta tahlil ile bulunan Asitfosforiğin acre başına 1 libre yükseltilemesi, o toprağa acre başına verilecek 15—20 libre (P_2O_5) normile mümkün olabilir.

Bu tecrübelerden şunu da anlıyoruz ki, besin maddesi olarak toprağa verilen (P) ve (K) yekdiğerinin nebatlar tarafından alınmalarına karşılıklı olarak müessir olmakta ve bu suretle müvazeneli bir gübrelemenin ehemmiyet ve zaruretinin de ortaya koymaktadır.

Fertilizer Experiments with Field Corn on Everglades Peaty Muck Soil¹

W. T. Forsee, Jr., V. E. Green, Jr. and R. H. Webster²

Abstract

Fertility experiments have been conducted with field corn on Everglades Peaty Muck soils in order to determine the required fertilizer program with respect to P_2O_5 and K_2O .

Four experiments have been conducted involving potash, phosphate experiments laid out in randomized block designs and nitrogen, potash, phosphate experiments laid out in $3 \times 3 \times 3$ factorial designs. Soils tests were used to determine the P_2O_5 and K_2O levels in the soil and tissue tests were conducted to measure the uptake of these nutrients from the soils. These data have been correlated with yields in order to furnish the necessary information on which to base fertilizer recommendations from the results of soil or tissue tests.

The corn showed yield responses to increasing levels of potash in the soil up to values as high as approximately 70 pounds potassium per acre as determined by the soil tests. The yields ranged from 26 bushels per acre at the lowest K_2O levels to 63 bushels at the level of maximum response which produced plants that gave stem tissue tests averaging approximately 5.00% potassium, moisture free basis. Potash deficient corn gave tissue tests as low as 2.72% potassium.

Yield responses to applications of superphosphate were obtained up to levels of approximately 8 pounds per acre of water soluble phosphorus as determined by soil tests. Plants showing no phosphate deficiencies gave stem tissue test values in excess of 0.10% of

the element, moisture free basis. The assimilation of P_2O_5 was apparently reduced by higher levels of K_2O in the soil and that of K_2O was reduced slightly by higher levels of P_2O_5 .

The experiments indicate that fertilizer recommendations for field corn on organic soils may be intelligently made on the basis of soil tests which have been previously correlated with growth and yield response.

The introduction of new corn varieties and hybrids, along with a rapidly expanding livestock industry, has given considerable impetus to the growing of field corn in the Everglades section of Florida. Fertilizer experiments have been conducted on Everglades peaty muck soils in order to determine the required fertilizer program with respect to nitrogen, phosphate and potash. The experiments involved the correlation of yield, soil test and tissue test data.

Soil tests have been used for some time with various degrees of success in making fertilizer recommendations, and plant tissue tests have proved a valuable tool for the diagnosis of plant deficiencies. In some cases certain methods are applied arbitrarily to many crops on all soil types, without due regard for the differences in plant requirement or the ability of various soil types to satisfy these requirements with a given treatment. Recommendations made on such a basis may be less reliable than blanket recommendations made without the benefit of a soil test.

The results of soil tests are useful more from the standpoint of their relative values than from their absolute values. Their ultimate usefulness is determined by the way in which they have been correlated with actual plant growth responses and yields. Such correlations require considerable time, but the tests cannot be applied safely to any crop until such data are obtained.

Under Everglades conditions the problem is simplified somewhat by the fact that all the

¹ Florida Agr. Exp. Sta. Journal Series, No. 127. The soil and tissue analyses reported in this paper were made by T. E. Pennington. The authors are also indebted to E. E. Archer under whose supervision the height and yield data were obtained. Presented before Div. IV-A, Soil Science Society of America, Cincinnati, Ohio, Nov. 20, 1952. Received for publication Feb. 19, 1953.

² Chemist and Assistant Agronomist, respectively, University of Florida, Everglades Exp. Sta., Belle Glade; and formerly Assistant Agronomist, Everglades Exp. Sta., now Associate Soil Chemist, Georgia Agr. Exp. Station, Experiment, Ga.

soils are highly organic and of similar type. They range from about 40 to 90% in organic matter content and contain up to 3% nitrogen expressed on a dry weight basis. Experiments correlating crop yields with soil and tissue tests on Everglades peat and muck soils have been reported for celery (3), beans (2), potatoes (1) and grasses (1).

Experimental Procedure

Phosphate-potash randomized block experiments. — Experimental plots consisting of four levels of P_2O_5 and four levels of K_2O in 16 treatment combinations, laid out in a randomized block design with five replications, had been established the year previous to this experiment. These plots were on an area of virgin Everglades peaty muck soil and used for fertility studies with several vegetable crops. Since field corn is frequently planted without additional fertilizer following heavily fertilized vegetable crops, it was decided to use these plots for field corn fertility experiments without any further fertilizer treatment.

The pH values of soil samples from individual plots ranged from 5.13 to 5.93 with an arithmetic average of 5.39. This is entirely within the optimum range for crops on peat soils. The east half of the plots had been used previously for two sets of experiments while the west half had been used for only one. As a result of the differences in fertilizers applied, there was a corresponding variation in residual levels of phosphate and potash. Thus the area was treated as two separate experiments referred to as "east series" and "west series".

The plot area was seeded in 36-inch rows on Feb. 28, 1951 to Big Joe corn. This is a 4-line synthetic released by the Everglades Experiment Station in 1945 that is peculiarly adapted to the soil and climate of the area. Later it was thinned to approximately 12 inches in the row, or 14,520 plants per acre. About seven weeks after seeding, soil and plant tissue samples were collected from each plot.

The soil samples, consisting of 15 cores taken to a depth of 6 inches, were analyzed for pH, P and K. The glass electrode method was used for pH, phosphorus was determined

colorimetrically after extraction with distilled water, and potassium was extracted with 0.5 N acetic acid and determined on the flame photometer. All determinations were made on a volume measure of soil.

The tissue samples, taken from 12 plants from each plot, consisted of cross sections cut about 1 inch above the top node. These were extracted with 0.5 N acetic acid in a Waring Blendor, filtered and analyzed for P and K by the same procedures used for soil tests. The corn was harvested the first week in July. Yields are recorded as U.S. Number 2 ear corn.

Nitrogen-phosphate-potash factorial experiment. — Plots were laid out on an area of well decomposed Everglades peaty muck soil that had been used for about 15 years for sugar cane and the preceding year for field corn. Treatments consisted of three levels of nitrogen-0, 3 and 6% N; three levels of phosphorus-0, 6, and 12% P_2O_5 ; and three levels of potassium-0, 8 and 16% K_2O . These were applied in the experimental fertilizer mixtures at the rate of 800 pounds per acre. Half of the nitrogen at the 6% level was applied as a side dressing and was derived from nitrate of soda. All other fertilizers were broadcast and disked into the soil immediately before seeding. Nitrogen was derived half from ammonium sulfate and half from sodium nitrate, phosphorus from 20% super phosphate and potassium from 60% muriate of potash.

Big Joe variety field corn was seeded in 36-inch rows on Feb. 29, 1952 and later thinned to approximately 12 inches in the row, giving a stand of 14,520 plants per acre. About five weeks after seeding, soil and plant tissue samples were collected from each of the 54 plots and analyzed for P and K as described above. Average height measurements of the corn plants were made about six weeks after seeding. The corn was harvested on July 30, 1952. Yields are recorded as bushels of Number 2 ear corn per acre (65 pounds per bushel of 15.5% moisture corn).

Results and Discussion

Randomized block experiments. — The results of soil tests for P and K averaged according to

treatment are recorded in tables 1 and 2. The differences between residual levels of P and K as established by the previous fertilizer applications were highly significant for both the east and west series. Note the wider range of the four levels for both P and K in the east series as compared to the west. This was because the east series previously had been fertilized more heavily.

The results of tissue tests for P and K averaged according to treatment levels are recorded also in tables 1 and 2. Phosphorus in the tissue increased with increasing P_2O_5 levels and decreased with increasing K_2O levels. Most of the decrease with increasing K_2O levels was between the 0 and 2 treatment levels, the range where growth response to potash was obtained. Potassium in the tissue increased greatly with increasing K_2O levels, particularly from the 0 to the 2 treatment levels, the range

where growth response to potash was obtained. Potassium in the tissue also decreased significantly as the phosphate level in the soil was increased.

The yields of corn in bushels per acre are recorded in tables 1 and 2, averaged according to treatments. The only response to phosphate was a tendency toward decreased yields at the highest phosphate levels which was statistically significant for the west series. The responses to potash treatment were very evident during the growth of the crop and expressed themselves in outstanding yield increases.

For the east series, the yield increase was highly significant up to a soil test level of 55 pounds K per acre and a corresponding tissue test level of 4.67% K on an oven-dry basis with a tendency toward a smaller but not significant increase to a soil level of

Table 1. — Soil tests, tissue tests and yields of field corn averaged according to phosphate and potash treatment levels, east series, 1951.

(A) Treatment level*	Soil tests P lbs. per acre	Tissue tests % oven-dry		Yield bu. per acre
		P	K	
0P	10.1	0.114	5.10	53
1P	11.8	0.128	4.78	54
2P	14.2	0.150	4.52	52
3P	18.0	0.177	4.42	50
L.S.D. (19:1)	0.9	0.015	0.28	not signif.
L.S.D. (99:1)	1.2	0.020	0.37	not signif.
(B) Treatment level*	Soil tests K lbs. per acre	Tissue tests % oven-dry		Yield bu. per acre
		P	K	
0K	32	0.166	2.72	26
1K	55	0.142	4.67	59
2K	86	0.132	5.48	63
3K	118	0.129	5.95	62
L.S.D. (19:1)	5	0.015	0.28	4
L.S.D. (99:1)	7	0.020	0.37	6

* Residual levels established by previous fertilizer treatments.

Table 2.—Soil tests, tissue tests and yields of field corn averaged according to phosphate and potash treatment levels, west series, 1951.

(A) Treatment level*	Soil tests P lbs. per acre	Tissue tests % oven-dry		Yield bu. per acre
		P	K	
0P	8.8	0.115	4.81	56
1P	10.5	0.134	4.34	56
2P	11.4	0.149	4.30	54
3P	13.2	0.164	4.31	52
L.S.D. (19:1)	0.8	0.016	0.35	4
L.S.D. (99:1)	1.0	0.021	0.47	not signif.
(B) Treatment level*	Soil tests K lbs. per acre	Tissue Tests % oven-dry		Yield bu. per acre
		P	K	
0K	31	0.155	2.96	36
1K	46	0.140	4.24	57
2K	61	0.133	5.02	62
3K	77	0.134	5.54	63
L.S.D. (19:1)	6	0.016	0.35	4
L.S.D. (99:1)	8	0.021	0.47	5

* Residual levels established by previous fertilizer treatment.

86 pounds K per acre and a tissue level of 5.48%. For the west series, the yield increase was highly significant up to a soil test level of 61 pounds K per acre and a corresponding tissue test level of 5.02% K, oven-dry. Since the spread between the highest and lowest levels of residual potassium in the soil was much greater for the east than the west series, a better understanding of the over-all response is obtained when the yields and tissue tests for both experiments are plotted together against the actual potassium levels as determined by the soil tests, figure 1. The cross (x) marks on the yield curves represent the points beyond which the yield differences were not significant. Thus, the actual break in the over-all yield lies between a soil test level of 55 to 61 pounds of K per acre with a corresponding tissue test of between 4.67 and 5.02% K.

Factorial experiment. — Data for the factorial experiment are recorded in table 3. Soil tests show minimum levels for phosphorus considerably lower than the lowest levels for the

previously discussed experiments where no phosphate responses were obtained. The minimum soil level for potassium was approximately equal to that above which no response to potash was obtained in the preceding experiment. Tissue tests for P and K correlate with the soil tests quite closely, indicating no growth response to potash treatment but a possible response to phosphate. Nitrogen treatments did not cause any variations in tissue tests for P and K.

Responses to phosphate treatments were evident within a few days after the corn germinated. Those plots receiving no phosphate showed decreased growth and the purple color characteristic of phosphate deficiency in corn. The relative growth with respect to treatment is indicated in table 3 by the average height of the plants measured about 6 weeks after seeding. There was a growth response to phosphate up to the highest level of phosphorus treatment. These differences became less pronounced as the crop advanced to maturity.

Table 3. — Soil tests, tissue tests, height and yields of field corn averaged according to phosphate, potash and nitrogen treatment levels. 3×3×3 factorial experiment, 1952.

(A) Treatment level*	Soil tests P lbs. per acre	Tissue tests % oven-dry	Average height † inches	Yield bu. per acre
0P	4.0	0.098	21	66
1P	5.8	0.114	29	85
2P	8.4	0.133	36	88
L.S.D. (19:1)	0.7	0.007	2	6
L.S.D. (99:1)	0.9	0.009	3	8
(B) Treatment level*	Soil tests K lbs. per acre	Tissue tests % oven-dry	Average height † inches	Yield bu. per acre
0K	57	6.44	27	79
1K	77	7.03	30	80
2K	93	7.04	29	79
L.S.D. (19:1)	5	0.35	2	not signif.
L.S.D. (99:1)	7	0.48	not signif.	not signif.
(C) Treatment level*	Tissue tests P % oven-dry	Tissue tests K %	Average height † inches	Yield bu. per acre
0N	0.114	6.86	28	82
1N	0.114	6.75	30	78
2N	0.117	6.90	28	79
L.S.D. (19:1)	not signif.	not signif.	not signif.	not signif.

* Established by applications of 20 percent superphosphate, 60 percent muriate, nitrate of soda and ammonium sulfate.

† Measurements made about 6 weeks after seeding.

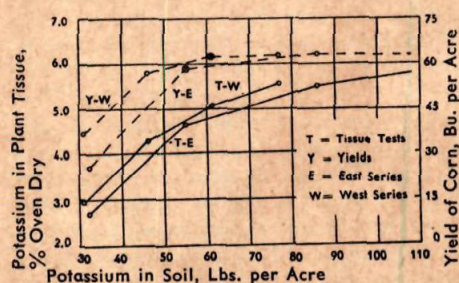


Fig. 1 — Variation in tissue tests for potassium and yields of corn with respect to potassium in the soil as determined by soil tests. 1951.

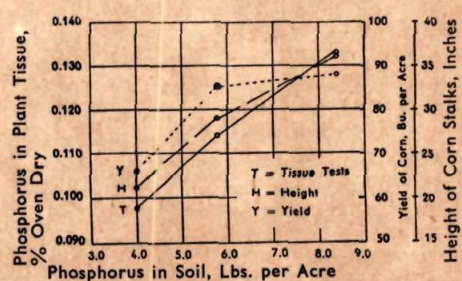


Fig. 2 — Variation in tissue tests for phosphorus, height and yields of corn with respect to phosphorus in the soil as determined by soil tests. 1952.

Potassium slightly increased growth to the second increment of treatment where the soil tests indicated a level of 77 pounds per acre of K in the soil. There was no growth response to applications of nitrogen.

The yields of corn recorded in table 3 show a highly significant response to phosphate applications and no response to nitrogen or potash. The correlation of tissue tests, of growth response as indicated by height, and of yields with phosphorus in the soils as indicated by tests is shown in figure 2. The cross (x) mark on the yield curve represents the point beyond which no significant yield responses occurred. However, plant height and phosphorus in the fresh tissue samples increased up to the highest level of phosphorus treatment. These data supplement the data from the randomized block experiments in that the yield and tissue test curves for the lower levels of phosphorus are made available.

Conclusions

From the results of these experiments the following conclusions may be drawn for field corn growing on Everglades peaty muck soil.

1. In order to obtain maximum yields the minimum phosphorus and potassium levels, as determined by the same methods of testing as those used for the experiments, should be approximately 6 and 60 pounds per acre, respectively.

2. Adequate levels of phosphate and potash in the soil may result in a plant that will show tissue test levels of approximately 0.12 and 5% respectively of P and K, oven-dry, when a portion of the plant in a vegetative stage of growth is used for determination by methods similar to those used for these experiments.

3. No yield responses may be expected to applications of phosphate or potash when the water-soluble phosphorus level is as much as 8 pounds per acre and the 0.5 N acetic soluble potassium is as much as 75 pounds per acre.

4. As a result of these experiments it is now possible to utilize the results of soil tests to make fertilizer recommendations for field corn on the organic soils of south Florida.

5. These experiments and those conducted with other crops indicate that 15 to 20 pounds per acre of P_2O_5 and 2 to 3 pounds per acre of K_2O should be applied for each one pound increase on P or K determined by soil tests to be necessary for maximum yields.

Literature Cited

1. Forsee, W. T., Jr. Proc. Soil Sci. Soc. Fla. 7:75 (1945)
2. — and Hoffman, J. C. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 56: 261 (1950).
3. — Proc. Soil Sci. Soc. Amer. (1950) 15:297 (1951).
4. — and Webster, R. H. Proc. Assoc. South. Agr. Workers. 49:50 (1952).

Ensayos de abonos con maíz forragero en suelo turboso húmifero de Everglades

Por W. T. Forsee Jr., V. E. Green Jr. y R. H. Webster

Resúmen.

Se han realizado ensayos de abonos con maíz forragero en los suelos turbosos húmiferos de Everglades en orden a determinar el programa de fertilizantes que se requiere con respecto al P_2O_5 y a K_2O .

Se han ejecutado cuatro experimentos que abarcan la potasa, experimentos con fosfato proyectados en bloques dispuestos al azar y ensayos con nitrógeno, potasa y fosfato trazados en diseños factoriales de $3 \times 3 \times 3$. Se utilizaron análisis del suelo para determinar las proporciones del P_2O_5 y K_2O en el suelo y se realizaron análisis de tejidos para medir la absorción de estos elementos nutritivos de los suelos. Estos datos se han correlacionado con los rendimientos a fin de suministrar la información necesaria sobre la cual basar las recomendaciones de fertilizantes derivadas de los resultados de los análisis de suelo o de tejido.

El maíz mostró respuestas del rendimiento a los niveles progresivos de la potasa en el suelo pasados los valores de aproximadamente 70 libras de potasio por acre, como se determinó por los análisis de suelo. Los rendimientos abarcaron desde 26 fanegas por acre a los niveles más bajos de K_2O hasta 63 fanegas al nivel de la respuesta máxima que produjeron las plantas que dieron un promedio aproximado de 5,00% de potasio en los análisis del tejido del tallo, sobre una base libre de humedad. El maíz deficiente en potasio arrojó en los análisis de tejido valores tan bajos como 2,72% de potasio.

Las respuestas del rendimiento a las aplicaciones de superfosfato se obtuvieron pasados el nivel de aproximadamente 8 libras por acre de fósforo soluble en agua, como se determinó por los análisis de suelo. Las plantas que no mostraron deficiencia dieron en los análisis de tejido del tallo valores que excedieron el 0,10% del elemento, sobre una base libre de humedad. La asimilación del P_2O_5

fué aparentemente reducida por mayores niveles de potasa en el suelo y la del K_2O fué reducida ligeramente por niveles más altos de P_2O_5 .

Los experimentos indican que las recomendaciones de fertilizantes para el maíz forragero en los suelos orgánicos se pueden hacer inteligentemente sobre la base de análisis del suelo que hayan sido correlacionados previamente con la respuesta del desarrollo y del rendimiento.

La introducción de nuevas variedades e híbridos de maíz, junto con una industria ganadera que se expande rápidamente, ha dado un ímpetu considerable al cultivo del maíz forragero en el sector de Everglades de Florida. Los experimentos con fertilizantes se han ejecutado en los suelos turbosos húmiferos de Everglades en orden a determinar el programa de abonos requerido con respecto al nitrógeno, fosfato y potasa. Los experimentos inclufan la correlación del rendimiento, del análisis del suelo y los datos sobre el análisis del tejido.

Los análisis de suelo se han usado por algún tiempo con diversos grados de éxito para hacer recomendaciones de abonos y los análisis del tejido de la planta han probado ser una herramienta valiosa para el diagnóstico de las deficiencias de las plantas. En algunos casos se aplican ciertos métodos arbitrariamente a muchos cultivos en todos los tipos de suelos, sin considerar debidamente las diferencias de las necesidades de las plantas o la capacidad de diversos tipos de suelos de satisfacer estos requerimientos con un tratamiento dado. Las recomendaciones hechas sobre tal base pueden ser menos seguras que las recomendaciones generales hechas sin el beneficio de un análisis de suelo.

Los resultados de los análisis de suelo son más útiles desde el punto de vista de sus valores relativos que del de sus valores

absolutos. Su utilidad es determinada en último término por la manera en que han sido correlacionados con las respuestas reales del crecimiento de las plantas y de los rendimientos. Tales correlaciones requieren un tiempo considerable, pero los ensayos no se pueden aplicar con seguridad a ningún cultivo si no se han obtenido tales datos.

Bajo las condiciones de Everglades el problema se simplifica algo por el hecho de que todos los suelos son muy orgánicos y de un tipo similar. Ellos abarcan desde 40 hasta 90% de materia orgánica y contienen más de 3% de nitrógeno expresado sobre la base del peso seco. Los experimentos que correlacionan los rendimientos del cultivo con los análisis de suelo y de tejido en los suelos turbosos y de mantillo de Everglades han sido realizados con apio (3), frejoles (2), papas (1) y pastos (1).

Procedimiento experimental

Experimentos con fosfato y potasa en bloque elegido al azar. — En el año anterior a este experimento se habían establecido parcelas experimentales correspondientes a cuatro dosis de P_2O_5 y cuatro dosis de K_2O en 16 combinaciones, dispuestas en un bloque elegido al azar con cinco repeticiones. Estas parcelas estaban en un área de suelo turboso y de mantillo vírgen de Everglades y fué utilizado para hacer estudios de fertilidad con diversos cultivos hortícolas. Desde que el maíz forragero se siembra frecuentemente sin fertilizante adicional después de un cultivo hortícola fuertemente abonado, se decidió usar estas parcelas para experimentos de fertilización del maíz forragero sin ningún otro tratamiento de abonos.

Los valores del pH de las muestras de suelo de las parcelas individuales variaban desde 5,13 a 5,93 con un promedio aritmético de 5,39. Esto se halla completamente dentro del margen óptimo para cultivos en suelos turbosos. La mitad oriental de las parcelas se había usado previamente para dos series de experimentos mientras que la mitad occidental se había usado solamente para una. Como resultado de las diferencias en los fertilizantes aplicados, hubo una variación correspondiente en los niveles residuales de fosfato y potasa. Así pues,

el área fué tratada como dos experimentos separados designados como "serie oriental" y "serie occidental".

La superficie ocupada por las parcelas se sembró en hileras a 90 cms. de distancia el 28 de Febrero de 1951 con maíz Big Joe. Este es un híbrido de 4 líneas entregado por la Estación Experimental de Everglades en 1945, que está particularmente adaptado al suelo y al clima de la región. Después se raleó dejándolo aproximadamente a 30 cms. de distancia sobre la hilera, o sea, 14.520 plantas por acre. Una vez transcurridas alrededor de siete semanas de la siembra, se recogieron muestras de suelo y de tejido de las plantas de cada parcela.

Las muestras de suelo, que consistían en 15 cilindros tomados a una profundidad de 15 cms. se analizaron para determinar el pH., el fósforo y el potasio. Para el pH se usó el método del electrodo de vidrio, el fósforo fué determinado colorimétricamente después de extraerlo con agua destilada y el potasio fué extraído con ácido acético 0,5 N y determinado en el fotómetro de llama. Todas las determinaciones se hicieron sobre una medida de volúmen del suelo.

Las muestras de tejido, tomadas de 12 plantas de cada parcela, consistían en secciones transversales cortadas alrededor de 2,5 cms. por encima del nudo superior. Estas fueron extraídas con ácido acético 0,5 N en un Waring Blendor, filtradas y analizadas en cuanto a fósforo y potasio por los mismos procedimientos usados para los análisis de suelo. El maíz fué cosechado en la primera semana de Julio. Los rendimientos están registrados como maíz para grano EE. UU. Nº 2.

Experimento factorial con nitrógeno, fosfato y potasa. — Las parcelas se dispusieron en un área de suelo turboso y de mantillo de Everglades bien descompuesto que había sido usado durante unos 15 años para caña de azúcar y el año precedente con maíz forragero. Los tratamientos consistían en tres dosis de nitrógeno: 0, 3 y 6% de N; tres dosis de fósforo: 0, 6 y 12% de P_2O_5 y tres dosis de potasio: 0, 8 y 16% de K_2O . Estos se aplicaron en las mezclas fertilizantes experimentales a razón

de 800 libras por acre. La mitad del nitrógeno de la dosis de 6% se aplicó como abono lateral y se derivaba del nitrato de sodio. Todos los demás fertilizantes se desparramaron al voleo y se incorporaron al suelo con arado de discos inmediatamente antes de la siembra. El nitrógeno procedía la mitad del sulfato de amonio y la mitad del nitrato de sodio, el fósforo del superfosfato de 20% y el potasio del cloruro de potasa de 60%.

La variedad de maíz forragero Big Joe fué sembrada en hileras a 90 cms. de distancia el 29 de Febrero de 1952 y después de raleó a aproximadamente 30 cms. sobre la hilera, dando una existencia de 14.520 plantas por acre. Alrededor de 5 semanas después de la siembra se recolectaron muestras de suelo y de tejido vegetal de cada una de las 54 parcelas y se analizaron para determinar el fósforo y el potasio, tal como se describió más atrás. Las mediciones de la altura media de las plantas de maíz se hicieron unas seis semanas

después de la siembra. El maíz se cosechó el 30 de Julio de 1952. Los rendimientos se registraron como fanegas de maíz en grano N° 2 por acre (65 libras por fanega de maíz con 15,5% de humedad).

Resultados y discusión

Experimentos en bloque elegido al azar. — Los resultados de los análisis de suelo para determinar el P y el K promediado de acuerdo con el tratamiento se registran en las tablas 1 y 2. Las diferencias entre las dosis residuales de P y K como se estableció por las aplicaciones previas de abonos fueron altamente significativas tanto para la serie oriental como para la occidental. Obsérvese la variación más amplia de las cuatro dosis tanto para P como para K en la serie oriental, comparada con la occidental. Esto fué porque la serie oriental había sido fertilizada previamente con más intensidad.

Tabla 1. — Análisis de suelo y de tejido y rendimientos del maíz forragero promediados de acuerdo con las dosis de tratamiento de fosfato y potasa en la serie oriental, 1951.

(A) Dosis de tratamiento *	Análisis de suelo Lbs. por acre de P	Análisis de tejido % seco a la estufa		Rendimiento en fanegas por acre
		P	K	
0P	10,1	0,114	5,10	53
1P	11,8	0,128	4,78	54
2P	14,2	0,150	4,52	52
3P	18,0	0,177	4,42	50
L.S.D. (19:1)	0,9	0,015	0,28	no significativo
L.S.D. (99:1)	1,2	0,020	0,37	no significativo
(B) Dosis de tratamiento *	Lbs. por acre de Análisis de suelo K	Análisis de tejido % seco a la estufa		Rendimiento en fanegas por acre
		P	K	
0K	32	0,166	2,72	26
1K	55	0,142	4,67	59
2K	86	0,132	5,48	63
3K	118	0,129	5,95	62
L.S.D. (19:1)	5	0,015	0,28	4
L.S.D. (99:1)	7	0,020	0,37	6

* Dosis residuales establecidas por tratamientos previos con fertilizantes.

Los resultados de los análisis de tejido para P y K promediados conforme a las dosis de tratamiento se presentan también en las tablas 1 y 2. El fósforo aumentó en el tejido junto con las dosis progresivas de P_2O_5 y disminuyó a medida que se elevaban las dosis de K_2O . La mayoría de la disminución con las dosis progresivas de K_2O estuvo entre las dosis de tratamiento 0 y 2, el margen en el cual se obtuvo la respuesta del crecimiento a la potasa. El potasio aumentó grandemente junto con las dosis progresivas de K_2O , particularmente entre las dosis de tratamiento 0 y 2, el margen donde se obtuvo la respuesta a la potasa del

crecimiento. El potasio también disminuyó significativamente en el tejido cuando aumentó la dosis de fósforo en el suelo.

Los rendimientos del maíz en fanegas por acre se han registrado en las tablas 1 y 2, promediados de acuerdo con los tratamientos. La única respuesta al fósforo fue la tendencia hacia rendimientos reducidos con las dosis más altas de fósforo, la que fue estadísticamente significativa para la serie occidental. Las respuestas al tratamiento con potasa fueron muy evidentes durante el crecimiento del cultivo y se expresaron en aumentos sobresalientes del rendimiento.

Tabla 2. — Análisis de suelo y de tejido y rendimientos de maíz forragero promediados de acuerdo con las dosis de tratamiento con fósforo y potasa, serie occidental, 1951.

(A) Dosis de tratamiento *	Análisis de suelo Lbs. por acre de P	Análisis de tejido % seco a la estufa		Rendimiento en fanegas por acre
		P	K	
0P	8,8	0,115	4,81	56
1P	10,5	0,134	4,34	56
2P	11,4	0,149	4,30	54
3P	13,2	0,164	4,31	52
L.S.D. (19:1)	0,8	0,016	0,35	4
L.S.D. (99:1)	1,0	0,021	0,47	no significativo
(B) Dosis de tratamiento *	Análisis de suelo Lbs. por acre de K	Análisis de tejido % seco a la estufa		Rendimiento en fanegas por acre
		P	K	
0K	31	0,155	2,96	36
1K	46	0,140	4,24	57
2K	61	0,133	5,02	62
3K	77	0,134	5,54	63
L.S.D. (19:1)	6	0,016	0,35	4
L.S.D. (99:1)	8	0,021	0,47	5

* Dosis residuales establecidas por el tratamiento previo con fertilizantes.

Para la serie oriental el aumento de rendimiento fue altamente significativo pasada una dosis indicada por el análisis del suelo de 55 libras de K por acre y un valor correspondiente dado por el análisis del tejido de 4,67% de K (fijado por desecación a la estufa) con tendencia a un aumento menor pero no significativo a un índice del suelo de 86 libras de K por acre y a un valor del tejido de 5,48%.

Para la serie occidental, el aumento de rendimiento fue altamente significativo pasando la dosis indicada por el análisis del suelo de 61 libras de K por acre y un correspondiente índice del análisis del tejido de 5,02% de K, desecado a la estufa. Desde que la amplitud entre los valores máximos y mínimos de potasio residual del suelo fue mucho mayor para la serie oriental que para la occidental, se com-

prende mejor la respuesta cuando se dibujan juntos los análisis de rendimiento y de tejido de ambos experimentos y se comparan con los valores reales del potasio determinados por los análisis de suelo, figura 1. Las marcas atravesadas en las curvas de rendimiento representan los puntos pasados los cuales las diferencias de rendimiento no eran significativas. Así pues, el intervalo real del rendimiento total queda entre el valor indicado por el análisis del suelo de 55 a 61 libras de K por acre con una cifra correspondiente del análisis del tejido de 4,67 a 5,02% de K.

Experimento factorial. — En la tabla 3 están registrados los datos para el experimento factorial. Los análisis de suelo muestran valores mínimos para el fósforo considerablemente menores que los índices más bajos de los experimentos previamente discutidos donde no se obtuvieron respuestas del fosfato. La cifra mínima del potasio del suelo fué aproximadamente igual a aquella pasada la cual no se obtuvo respuesta a la potasa en el experimento precedente. Los análisis de tejido para determinar P y K se correlacionan muy estrechamente con los análisis de suelo, indicando que

Tabla 3. — Análisis de suelo, análisis de tejido, altura y rendimientos del maíz forragero, promediados de acuerdo con las dosis de tratamiento de fosfato, potasa y nitrógeno. Experimento factorial de $3 \times 3 \times 3$, 1952.

(A) Dosis de tratamiento *	Análisis de suelo Lbs. por acre de P	Análisis de tejido % seco a la estufa	Altura media † en pulgadas	Rendimiento Fanegas por acre
0P	4,0	0,098	21	66
1P	5,8	0,114	29	85
2P	8,4	0,133	36	88
L.S.D. (19:1)	0,7	0,007	2	6
L.S.D. (99:1)	0,9	0,009	3	8
(B) Dosis de tratamiento *	Análisis de suelo Lbs. por acre de K	Análisis de tejido % seco a la estufa	Altura media † en pulgadas	Rendimiento Fanegas por acre
0K	57	6,44	27	79
1K	77	7,03	30	80
2K	93	7,04	29	79
L.S.D. (19:1)	5	0,35	2	no significativo
L.S.D. (99:1)	7	0,48	no significativo	no significativo
(C) Dosis de tratamiento *	Análisis de tejido % de P, seco a la estufa	Análisis de tejido % de K	Altura media † en pulgadas	Rendimiento Fanegas por acre
0N	0,114	6,86	28	82
1N	0,114	6,75	30	78
2N	0,117	6,90	28	79
L.S.D. (19:1)	no significativo	no significativo	no significativo	no significativo

* Establecido por aplicaciones de superfosfato de 20%, cloruro de potasa de 60%, nitrato de sodio y sulfato de amonio.

† Mediciones hechas alrededor de 6 semanas después de la siembra.

no hay respuesta de la vegetación a la potasa, pero posiblemente hay respuesta al fosfato. Los tratamientos de nitrógeno no causaron ninguna variación en los análisis de tejido para averiguar P y K.

Las respuestas a los tratamientos con fosfato fueron evidentes dentro de unos pocos días después que el maíz germinó. Las parcelas que no recibieron fosfato mostraron crecimiento reducido y el color púrpura característico de la deficiencia de fosfato en el maíz. El crecimiento relativo con respecto al tratamiento está indicado en la tabla 3 por la altura media de las plantas medida alrededor de 6 semanas después de la siembra. Hubo respuesta de la vegetación al fosfato pasada la dosis máxima del tratamiento con fósforo. Estas diferencias se hicieron menos pronunciadas a medida que el cultivo avanzó hacia la madurez. El potasio aumentó ligeramente el crecimiento con el segundo incremento del tratamiento donde los análisis de suelo indicaron una cifra de 77 libras por acre de K en el suelo. No hubo respuesta de la vegetación a las aplicaciones de nitrógeno.

Los rendimientos de maíz registrados en la tabla 3 muestran una respuesta altamente significativa a las aplicaciones de fosfato y ninguna respuesta al nitrógeno o a la potasa. La correlación de los análisis de tejido, de la respuesta del crecimiento indicada por la altura y de los rendimientos con el fósforo existente en los suelos indicado por los análisis está represen-

tada en la figura 2. La marca atravesada (x) en la curva del rendimiento representa el punto más allá del cual no se produjeron respuestas significativas al rendimiento. Sin embargo, la altura de la planta y el fósforo contenido en las muestras de tejido fresco aumentaron hasta alcanzar la dosis máxima de tratamiento de fósforo. Estos datos complementan los datos de los experimentos de bloques elegidos al azar en que las curvas de rendimiento y de análisis de tejido para las dosis bajas de fósforo llegan a ser aprovechables.

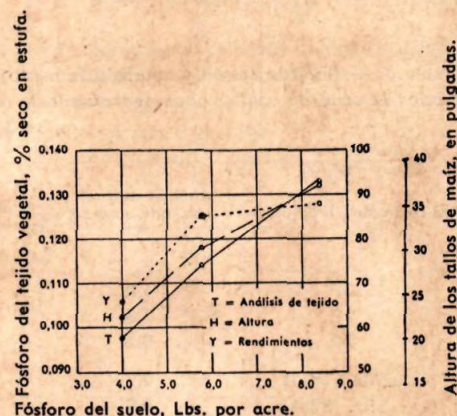


Fig. 2 — Variación en los análisis de los tejidos del fósforo, de la altura y de los rendimientos del maíz con respecto al P en el suelo determinado por los análisis de suelo, 1952.

Conclusiones

De los resultados de estos experimentos se pueden sacar las siguientes conclusiones para el maíz forrajero que se cultive en el suelo turboso y de mantillo de Everglades.

1. En orden a obtener los rendimientos máximos las dosis mínimas de fósforo y de potasio, determinadas por los mismos métodos de análisis que los usados para los experimentos, serían aproximadamente 6 y 60 libras por acre, respectivamente.

2. Las dosis adecuadas de fosfato y de potasa del suelo pueden dar por resultado una planta que presentará cifras del análisis del tejido de aproximadamente 0,12 y 5% respectivamente de P y K, secos a la estufa, si se usa una

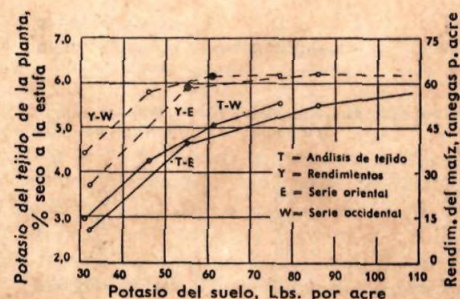


Fig. 1. — Variación del potasio en los análisis de tejido y rendimientos del maíz con respecto al potasio del suelo determinado por los análisis de suelo, 1951.

porción de la planta en una fase del crecimiento vegetativo para la determinación empleando métodos similares a los utilizados para estos experimentos.

3. No se pueden esperar respuestas al rendimiento de las aplicaciones de fosfato o de potasa si el índice de fósforo soluble en agua es igual a 8 libras por acre y el potasio soluble en ácido acético 0,5 N equivale a 75 libras por acre.

4. Como resultado de estos experimentos ahora es posible utilizar los resultados de los análisis de suelo para hacer recomendaciones sobre el empleo de fertilizantes en maíz forrajero en los suelos orgánicos del sur de Florida.

5. Estos experimentos y los realizados con otros cultivos indican que deberían aplicarse de 15 a 20 Lbs. por acre de P_2O_5 y 2 a 3 Lbs.

por acre de K_2O para cada libra de aumento de P o K determinada por los análisis de suelo como necesaria para obtener los rendimientos máximos.

Literatura citada

1. Forsee W. T. Jr. Proc. Soil Sci. Soc. Fla. 7:75 (1945).
2. Idem y Hoffman J. C. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 56:261 (1950).
3. Idem Proc. Soil Sci. Soc. Amer. (1950) 15:297 (1951).
4. Idem y Webster R. H. Proc. Assoc. South. Agr. Workers. 49:50 (1952).