
EL USO DE ANALISIS FOLIARES COMO UN METODO PARA CONOCER EL ESTADO DE NITROGENO EN EL SUELO, CON EL OBJETO DE EFECTUAR FERTILIZACIONES ADECUADAS Y OPORTUNAS DE NITROGENO AL CULTIVO DE MAIZ

RODOLFO P. PEREGRINA
Trabajo efectuado por el autor en la
Universidad de Cornell Ithaca, N. Y., U.S.A.

El uso de fertilizantes químicos para aumentar los rendimientos de maíz ha adquirido una gran popularidad, pero desgraciadamente el uso inadecuado, así como la falta de conocimiento ha traído como consecuencia que los fertilizantes aplicados no den los máximos incrementos de la producción que pueden esperarse.

Las prácticas de fertilización aumentan los rendimientos y reducen el costo de producción, pero las pérdidas del nitrógeno aplicado por fertilizaciones inadecuadas cuenta en parte importante de los rendimientos no obtenidos. Por lo tanto, es necesario considerar además del aumento de rendimiento obtenido por la fertilización, la eficiencia de esa práctica. Así, tiempo, cantidad y método de fertilización son algunos de los factores más importantes que influyen el valor de los fertilizantes para aumentar los rendimientos de los cultivos.

Los primeros investigadores empezaron a usar los análisis de los suelos como una base para las recomendaciones de fertilizantes. Los métodos empleados por los químicos agrícolas pueden muchas veces detectar en forma aceptable en las muestras de suelos las cantidades pequeñas de elementos nutritivos y también dar los valores de los efectos residuales de aplicaciones previas de fertilización; es frecuente que aunque los análisis indican que las reservas son bajas, no se obtienen respuestas del cultivo a las fertilizaciones de esos elementos nutritivos en esos suelos reportados por los análisis químicos. Los análisis de los suelos muestran el estado de elementos nutritivos en el tiempo específico en que la muestra ha sido tomada; pero la cantidad de los elementos nutritivos en esa muestra varía constantemente debido a los factores ambientales y a las actividades microbiológicas y fisicoquímicas del suelo en sí.

El contenido de elementos nutritivos de las plantas representa las cantidades tomadas del suelo, las cuales están listas para ser usadas o translocadas a los diferentes tejidos en crecimiento de la planta; por lo tanto, con un buen conocimiento de la magnitud de las necesidades para elementos nutritivos de esos cultivos, del tiempo y máximas necesidades, y la translocación de tales nutrientes en las diferentes edades del cultivo, puede ser posible encontrar métodos los cuales den mayor eficiencia a la posible fertilización con materiales químicos.

REVISION DE LA LITERATURA

Los elementos nutritivos que están contenidos en algunos cultivos han sido investigados por muchos años y más o menos sistemáticamente por los químicos agrícolas; y es bien conocido que los análisis de las plantas fueron empleados para establecer muchos de los principios de nutrición de ellos. En años recientes las investigaciones han sido enfatizadas en el radio, carácter y utilización de la absorción de nutrientes durante varios de los períodos en el ciclo de crecimiento de cultivos de mayor importancia agrícola. Gran parte del trabajo efectuado muestra que las necesidades relativas o actuales de elementos nutritivos por las plantas no son constantes a través del ciclo vegetativo del cultivo (23, 39, 65, 71, 73).

Por otra parte otros investigadores han encontrado que el abastecimiento o restricción de nutrientes de las plantas a diferentes períodos de crecimiento puede producir diferentes efectos sobre el crecimiento de las plantas y sobre la absorción de un nutriente en particular (23, 44, 65). Con el objeto de encontrar el balance de nutrientes en el suelo la mayoría de los investigadores han usado las concentraciones en los tejidos de las plantas de aquellos elementos nutritivos en particular y correlacionar esos con las aplicaciones de fertilizantes (28, 37, 50, 51, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83). Otros han usado para el nitrógeno, las concentraciones de clorofila (7, 19, 20, 29, 31, 54, 70).

Algunos han encontrado correlaciones entre las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados, y la concentración

de nutrientes en las soluciones de las plantas de cultivo (27, 65, 66), o con el rendimiento obtenido por las aplicaciones (23 25, 44, 58, 69, 89).

Otros examinaron los tallos de la planta de maíz por medio de pruebas químicas simples (6, 30, 68, 71). Recientemente los análisis foliares se han hecho populares especialmente para el cultivo de maíz (76, 77, 78, 79, 81, 82). Pero desafortunadamente en todos los estudios publicados ninguno de ellos da una idea de las cantidades de fertilizante que deben aplicarse, por lo tanto los análisis de esa clase reportan deficiencia o abundancia del elemento en cuestión.

Finalmente, existe alguna confusión en relación con el mejor tejido de la planta que dé una mejor correlación con el nutriente abastecido en el sistema planta-suelo. El método ideal de tejido debe reflejar su condición lo suficientemente pronto en su desarrollo para una fertilización inmediata del cultivo que está creciendo en el campo en ese tiempo. Algunos investigadores han estudiado la absorción de nitrógeno y la distribución de ese elemento en alguno de los tejidos de la planta de maíz en condiciones de campo durante la estación de crecimiento (4, 6, 32, 33, 34, 36, 39, 40, 45, 46, 57, 63, 66, 67, 71, 73, 88). Sin embargo todas las investigaciones se hicieron a un solo nivel de fertilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS USADOS

Como una primera fase de este trabajo, se planeó e instaló un experimento de fertilizantes con maíz usando una variedad Wisconsin 275 en 1947. Para tal objeto se escogió un suelo del Estado de Nueva York clasificado como Valusia gravell silt loam (35) son el objeto de investigar el tiempo en que ocurre la máxima absorción de nitrógeno a diferentes niveles de fertilidad, la distribución y translocación entre los diferentes tejidos de la planta de maíz durante su ciclo vegetativo y el mejor tejido y estado de crecimiento del cultivo para diagnosticar la fertilización probable al tiempo cuando ésta pudiese aún efectuarse.

Como una continuación del trabajo en 1947 se llevaron a cabo una segunda serie de experimentos en 1950 para determinar el efecto de la cantidad y tiempo, aplicación de fertilización nitrogenada en los rendimientos de maíz, la posibilidad de usar los análisis foliares de clorofila y nitrógeno como técnica para estimar el contenido de nitrógeno del suelo y finalmente para obtener un buen conocimiento de la fertilización como un medio para aumentar los rendimientos del maíz.

Se seleccionaron dos campos en el mismo estado de Nueva York clasificados como Honnoye silt loam (47) y Chenango stony silt loam (35), basándose en que existían características diferenciales de importancia agrícola. Las dos localidades mencionadas fueron plantadas usando tres variedades en cada una de ellas y conocidas con los nombres de Wisconsin 275, Wisconsin 335 y Ohio M-15. Los fertilizantes usados para los diferentes tratamientos en la primera fase de la investigación fueron sulfato de amonio comercial de 20% en N; superfosfato granulado, 20% P_2O_5 ; y muriato de potasio, 60% K_2O . En la segunda investigación la única modificación se debió al uso de nitrato de amonio, así como en este último trabajo se dieron varias aplicaciones de nitrógeno; y el fósforo y potasio, así como para algunos tratamientos el nitrógeno y los anteriores fueron aplicados al tiempo de siembra. En la primera investigación todo el fertilizante fue aplicado al tiempo de siembra del maíz.

Por otra parte de los surcos especiales para muestreo en cada parcela en la investigación de 1947, se dividió la planta en tejidos durante diferentes estados fisiológicos en el crecimiento de ella; y en la de 1950 únicamente se utilizaron las hojas. Las muestras colectadas en ambos trabajos fueron analizadas para determinar el nitrógeno total, usando el método de Kjeldahl modificado (10, 21, 43, 55). En adición a lo anterior se hicieron análisis de clorofila en las hojas de la segunda fase de la investigación, utilizando para tal determinación el método de Compton y Boyton (18) modificado. Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente para determinar diferencias significativas. En algunos casos se hicieron algunos análisis de correlación.

SUMARIO DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La revisión de la literatura y los resultados experimentales en este estudio parecen apoyar algunas conclusiones de gran interés para la rama de fertilidad de los suelos. Los resultados más importantes de este estudio pueden ser resumidos como sigue:

Así como la cantidad de nitrógeno que se aplicó aumentaba, se obtuvo también un aumento en la intensidad del color verde de las hojas para todos los tratamientos de nitrógeno en general. Los estudios de correlación

correspondientes dieron valores altamente significativos al compararse el color de las hojas y el contenido total de nitrógeno de la planta en el tiempo cuando ocurrió la máxima absorción de nitrógeno por ella.

Se obtuvo una disminución en la materia seca de los tallos en el tiempo de formación de la mazorca y después de que las plantas alcanzaron su mayor altura debido a la translocación de elementos nutritivos de ese tejido a las partes en desarrollo.

Las aplicaciones crecientes de nitrógeno causaron un aumento creciente tanto de materia seca como de contenido total de nitrógeno en la planta con la excepción de los tratamientos en los que faltó ya sea fósforo o potasio.

Se obtuvo por lo tanto un incremento por cada aumento de las aplicaciones de nitrógeno en relación con la producción de grano. Una correlación muy alta se observó entre el contenido de nitrógeno de la planta y rendimiento de grano en el tiempo cuando la máxima absorción de nitrógeno ocurrió.

La distribución de nitrógeno en los tejidos de la planta decreció, para las hojas desde 70% de nitrógeno total de la planta en el primer período a 25% al tiempo de cosecha; los tallos aumentaron de 30% en el primer período a 38% en el período de polinización y después decrecieron hasta 6.5 debido a la translocación de los elementos nutritivos y compuestos hacia otros tejidos; las espigas disminuyeron de un 15% en el tiempo de polinización a 1.5% al tiempo de cosecha, debido a la exposición de ese tejido a las condiciones climáticas así como las pérdidas del polen. Las mazorcas aumentaron hasta 61% del contenido total de la planta al tiempo de cosecha debido a la absorción de nitrógeno del suelo y translocación del nitrógeno de otros tejidos.

En general para todos los tratamientos conteniendo los tres elementos, la máxima absorción de nitrógeno ocurrió al tiempo de espiguelo de la planta. En los tratamientos sin fósforo o potasio; se inició otra absorción grande de nitrógeno cuando los otros tratamientos empezaban a madurar. Esto se debió al efecto sobre la división celular de los tejidos debido a esos elementos retrasando así la formación y madurez de la mazorca.

La cantidad de nitrógeno disponible antes del período de máxima absorción tuvo un efecto directo sobre los rendimientos finales de grano. Por lo tanto se observó además una correlación entre el nivel de fertilidad y absorción de nitrógeno. Las plantas con una fuente baja de nitrógeno disponible tuvieron una máxima absorción de 9.75 lbs/acre en comparación con 21.23 lbs. Para las plantas con una fuente alta de nitrógeno disponible. El contenido total de nitrógeno en las plantas fue de 36.09 lbs. y de 64.12 lbs. por acre al tiempo de cosecha para las plantas "de alta y baja fuente de nitrógeno" disponible respectivamente.

Los datos obtenidos sugieren que el contenido total de nitrógeno en las hojas (% N. x M. seca) es un índice más adecuado que la concentración de nitrógeno para evaluar el estado de nitrógeno de las plantas en cultivo, además este tejido presenta preponderancia como índice de nitrógeno que el de los tallos. Sin embargo cuando se desea usar la concentración de los tejidos para diagnosticar deficiencias de nitrógeno éstas no deben de ser usadas después de la emergencia de las espigas.

Indudablemente el factor variedad influye tanto en el contenido de nitrógeno como en la producción de materia seca para el mismo suelo y mismo tratamiento de fertilizantes. El tipo de suelo y manejo anterior de él, tiene una gran influencia sobre las respuestas a la cantidad y tiempo de las aplicaciones de nitrógeno.

Es de considerarse que una magnífica respuesta del cultivo de maíz se puede obtener de las aplicaciones nitrogenadas anteriores a la emergencia de las espigas, en aquellos suelos pobres en dicho elemento, debido a la alta capacidad que tiene el cultivo para la absorción de nitrógeno en dichos suelos. Parece ser que el nitrógeno aplicado cerca al tiempo del espiguelo influye el desarrollo de la mazorca y las aplicaciones tempranas son más responsables para la producción de rastrojo.

En aquellos casos cuando el suelo es capaz de abastecer de nitrógeno en los primeros estados de crecimiento del cultivo, una aplicación de nitrógeno posterior presenta cierta ventaja en relación con aplicar todo el nitrógeno al tiempo de siembra.

Para algunos suelos se pueden obtener respuestas marcadas en la aplicación de 20 lbs. de nitrógeno mezclado con el fósforo y potasio al tiempo de siembra, más el resto del nitrógeno aplicado antes del espiguelo, en lugar de aplicar todo el fertilizante al tiempo de siembra. Aparentemente parece ser que se consigue una mejor sincronización en relación con las necesidades del cultivo y condiciones de humedad a través de la estación.

Las diferencias entre niveles de fertilidad, debidos a distintas áreas pueden reflejarse en la concentración de

las hojas del maíz. En la mayoría de los casos se puede esperar resultados en concordancia de las aplicaciones de nitrógeno y los aumentos de ese elemento en la concentración de las hojas.

La técnica foliar fue lo suficientemente sensitiva para determinar si existían cantidades suficientes de nitrógeno para los primeros requisitos del cultivo de maíz. Es de aconsejarse que si en las determinaciones iniciales en el crecimiento del cultivo se encuentran cantidades adecuadas de nitrógeno; deben de hacerse nuevos análisis más tarde en la estación (antes del espiguelo) para decidir si es recomendable una fertilización adicional de nitrógeno al cultivo.

El contenido de clorofila en las hojas estuvo en concordancia en forma muy estrecha con las concentraciones de nitrógeno. Debido a la variación más amplia de respuesta de las concentraciones de clorofila para las cantidades y tiempos de aplicación nitrogenada, los datos para este pigmento presentan mejores curvas diferenciales que cuando se utilizan los valores de nitrógeno.

La correlación tan alta entre el nitrógeno y la clorofila y las hojas del maíz indica que ya sea bien los análisis de clorofila o nitrógeno para el mismo estado de crecimiento, pueden ser usados como una técnica cuantitativa del estado de nitrógeno en el sistema planta-suelo. Los análisis de clorofila pueden ser usados también para determinar la exactitud de los análisis de nitrógeno.

LITERATURA CITADA

1. ABRECHT, A. 1946. Plant Nutrition and the Hydrogen Ion. Soil Sci. 61:265-271.
2. AGRONOMY DEPT. 1947. Monthly Meteorological Summary. June, July, August and September 1947.
3. AGRONOMY DEPT. 1950. Monthly Meteorological Summary. June, July, August, September and October.
4. ALFRED, V. 1909. First Principles of Soil Fertility. p. 9-11. New York Orange Judd Co.
5. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. 1945. Chlorophyll Determination. A.O.A.C. Official and Tentative Methods of Analysis. Sixth Ed.
6. BABCOCK, S. M. 1883. 2nd. Annual Report. New York Geneva Agr. Exp. Sta. p. 153.
7. BEAUCHAMP, C. E., LAZO, F. and BONNAZI, A. 1937. Studies on Sugar Cane VI. Contents of Nitrogen, Phosphorus and Potash in Fertilizers and their Relation to the Composition of the Chlorophyll of Leaves and Growth of the Cane. Proc. Assoc. Cuban Sugar Tech. 9: 26-37.
8. BENNE, E. J. 1942. Report on Chlorophyll and Carotene in Plant Tissue. Jour. A.O.A.C. 25: 573-590.
9. BENSON, N. and BARNETTE, R. M. 1939. Leaching Studies with Various Sources of Nitrogen. Jour. Amer. Soc. Agron. 31: 44-54.
10. BRANDSTREET, H. B. 1940. Effect of Selenium on Kjeldahl Digestion. Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 12: 657.
11. BRODE, W. R. Chemical Spectroscopy. John Wiley and Sons. Inc. New York.
12. BUCKMAN, H. O. 1946. Nature and Properties of Soils. p. 306. The McMillan Co. Inc. New York.
13. COLWELL, W. E. 1946. Studies on the Effect of Nitrogen, Phosphorus, and Potash on Yields of Corn and Wheat in Mexico. Soil Sc. Soc. Amer. Proc. 11: 332-340.
14. CLINE, M. G. 1944. Principles of Soil Sampling. Soil Sci. 58: 275-288.
15. CLINE, M. G. 1945. Methods of Collecting and Preparing Soil Samples. Soil Sci. 59: 3-5.
16. COMAR C. L. and ZSHEILE F. P. 1942. Analysis of Plants Extracts for Chlorophylls a and b by Photoelectric Spectrophotometric Method.
17. COMAR, C. L., BENNE, E. J. and BUTEY, E. K. 1943. Calibration of a Photoelectric Colorimeter for the Determination of Chlorophyll. Ind. and Eng. Chem. Anal. Ed. 15: 524-526.

18. COMPTON, O. C. and BOYTON, D. 1945. A Rapid Method for the Determination of Chlorophyll in Apple Leaves. Proc. Soc. Hort. Sci. 46: 45-50.
19. COOK, R. L. and MILLAR, C. E. 1949. Plant Nutrient Deficiencies Diagnostic by Plant Symptoms. Tissue Test. Soil Test. Michigan State College. Agr. Exp. Sta. Special Bull. 353.
20. COMPTON O. C., GRANVILLE, W. C., BOYTON, D. and PHILLIPS, 1946. E. S. Color Standars for McIntosh Apple Leaves. Cornell Univ. Agr. Exp. Sta. Bull. 824.
21. CROOM, BEATTY III. 1943. Anhydrated Cooper Sulphate in Kjeldahl Nitrogen Determinations. Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 15: 476.
22. CURTIS, O. F. and CLARK, D. G. 1950. An Introduction to Plant Physiology. McGraw-Hill Book Co. Inc. New York.
23. DULEY, F. L. and MILLER, M. F. 1921. The Effect of Varying Supply of Nutrients Upon the Character and Composition of the Maize Plant at Different Periods of Growth. Univ. of Missouri Agric. Exp. Sta. Res. Bull. 42.
24. FAILYER, G. G. and WILLARD, J. T. 1889. Composition of the Corn Plant at Different Stages of Growth." Kansas Agric. Exp. Sta. 2nd. Annual Report. p. 120-123.
25. FITTS, J. W.: MCHENRY, J. R.; and ALLWAY, W. H. 1946. "Soil Studies for 1945." Nebraska Agr. Exp. Sta. Bull. 382.
26. GASSNER, G. and GOEZE, G. 1936. Versuche Zur Bestimmung Des Aufnehmbaren Bodenstickstoffs Durch Bestimmung Des Chlorophyllgehaltes. Ergebnisse Der Agrikulturchemie. 4: 106-122.
27. GILBERT, B. E. and MARDIN, L. J. 1927. The Current Mineral Nutrient Content of the Plant Solution as a Possible Mean of Chemical Control of Optimum Fertilizer. Jour. of Agric. Res. 35: 185.
28. GOODALL D. W. and GREGORY, F. G. 1947. Chemical Composition of Plants as an Index of Their Nutritional Status. Imperial Bureau of Horticulture and Plantation Crops. Technical Communication No. 17. Penglais, Alberywyth, Wales.
29. GRONER, M. G. 1936. Amino Nitrogen and Reducing Sugars of Green and Chlorophyll Deficient Types of Maize. Amer. Jour. Botany 23: 453-461.
30. HOFFER, G. N. 1926. Testing Corn Stalks to Aid in Determining their Plant Food Needs. Purdue Univ. Agric. Exp. Sta. Bull. 298.
31. HOPPER, T. H. 1925. Composition and Maturity of Corn. North Dakota Agr. Exp. Sta. Bull. 192.
32. HOFFER, G. N. 1941. Deficiency Sytoms of Corn and Small Grains. Hunger Signs in Crops. Published by Amer. Soc. Agron. and Nat. Sert. Assoc. Wanshington, D. C.
33. HOPKINS, C. G. 1910. Soil Fertility and Permanent Agriculture. 653 p. 154 illus. Boston, N. Y.
34. HORNBERG, DR, R. 1882. Chemishe Untersuchugen Uber das Wachstum Maisplanze. Landwirtschaftliche Jahrbucher Bd. 11 pp. 359-523.
35. HOWE, F. B. and BUCKMAN, H. O. 1924. Soil Survey of Tompkins County New York. U.S.D.A. Bureau of Soils Washington, D. C.
36. INCE, J. W. 1916. Composition of the Maize Plants. North Dakota Bull. 117.
37. JENNY, H. 1941. Factors in Soil Formation. McGraw-Hill Book Co. Inc. New York.
38. JENKINS, M. T. 1941. Influence of Climate and Weather on Growth of Corn. Climate and Man Yearbook of Agriculture. U.S.D.A. p. 308.
39. JONES, W. J. and HUSTON, H. A. 1914. Composition of Maize at Various Stages of its Growth. Purdue Univ. Agric. Exp. Sta. Bull. 175.

40. JORDAN, H. V.; LAIRD, K. D. and FERGUSON, D. D. 1950. Growth Rates and Nutrient Uptake by Corn in a Fertilizer- Spacing Experiment. Jour. Amer. Soc. Agron. 42: 261-268.
41. KIESSELBACH, T. A. 1949. The Structure and Reproduction of Corn. Univ. of Nebraska. Agric. Exp. Sta. Research Bull. 161.
42. KIESSELBACH, T. A. 1950. Progressive Development and Seasonal Variations of the Corn Crop. University of Nebraska Agric. Exp. Sta. Research Bull. 166.
43. KOLTHOFF, I, M. and ROSENBLUM, C. 1937. Acid-Base Indicators. The Mc-Millan Co. Inc. New York.
44. KRANTZ, B. A. 1949. Fertilize Corn for Higher Yields, North Carolina Agr. Exp. Sta. Bull. 366.
45. LADD, E. F. 1888. A Study of Maize Plant. 8th Annual Report New York Geneva. Agric. Exp. Sta. p. 79-91
45. LATSHAW, W. L. and MILLER, E. C. 1924. Elemental Composition of the Corn Plant. Jour. Agr. Res. 27: 845-861.
47. LEWIS, H. C.; BROOKINS, E. F.; GILLETT, R. L.; HOWE, F. B.; and KINSMAN, D. F. 1922. Soil Survey of Cayuga County New York. U.S.D.A. Bureau of Soils. Washington, D. C.
48. LINK, K. P. and SCHULZ, E. R. 1924. Effects of the Methods of Desiccation on Nitrogenous Constituents of Plant Tissue. Jour. Amer. Chem. Soc. 46: 2044- 2050.
49. LOOMIS, W. E. 1945. Translocation of Carbohydrates in Maize. Science Vol. 101. No. 226: 398-400.
50. LUNDERGARDH, H. (translated by MITCHEL, R. L.) 1951. Leaf Analysis. Helger e Watts Ltd. Hilger Div. L ondon. England.
51. MACY, P. 1936. The Cuantitative Mineral Nutrient Requirement of Plants. Plant Physiol. 11:749-764.
52. MACKINNEY, G. 1938. Some Absorption Spectra of Leaf Extracts, Plant Phy. 13: 123-140.
53. MAJORS, K. R. 1951. Cereal Grains as Food and Feed. U.S.D.A. Yearbook of Agriculture. 1950- 1951. Washington, D. C.
54. MILLER, E. S. and JOHNSON, I. J. 1938. The Relation Between Leaf Tissue Pigment Concentration and Yield in Corn. Jour. Amer. Soc. Agron. 30: 941-6.
55. MUARNEEK, A. E. and HEINZE, P. H. 1937. Speed and Accuracy of Determining Total Nitrogen. Univ. of Mo. Agric. Exp. Sta. Res. Bull. 261.
56. N. F. A, 1950. Fertilizers Use at the Half-Century Mark. The National Fertilizer Association 616 Investment Bldg. Washington, D. C.
57. NORSE, F. W. 1902. Silage Studies, New Hampshire Agric. Exp. Sta. Bull. 92.
58. OHLROGE, A. J.; KRANTZ, B. A.; and SCARSETH, G. D, 1944. The Recovery of Plowded-Under Ammonium Sulphate by Corn. Soil Sci. Soc. Amer. Proc, 8: 196-200.
59. PEECH, M. and ENGLISH, L. 1944. Rapid Microchemical Soil Test. Soil Sci.
60. PEREGRINA, R. P. 1946. Estudio Sobre Abonos Químicos para Maíz (3^a parte) Fósforo. Tesis. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. (Sin publicar.)
61. PEREGRINA, R. P. 1948 The Sasonal Uptake of Nitrogen by the Corn Plant as Influenced by Fertilization. Thesis for the Degree of M. S. Cornell University (Unpublished).
62. RICHER, A. C. 1950. Basic Teachings of Jordan Easily Transited into Useful Farm Practice. Science for the Farmer. Supplement N° 3 to Bull, 515, The 62nd. Annual Report. Pennsylvania State College, Penna.
63. ROBERTS, I. P. 1888. Growing Corn for Fodder and Ensilage in New York. Cornell Univ. Agric. Exp. Sta. Bull. 4.

64. RUSSELL, E. J. 1950. Soil Conditions and Plant Growth. (p. 235) Longmans, Green and Co. London. New York-Toronto.
65. SALTER, R. M. and AMES, J. W. 1928. Plant Composition as a Guide to Availability of Soil Nutrients. Jour. Amer. Soc. Agron. 20: 808-836.
66. SAYRE, J. D. 1948. Mineral Accumulation in Corn. Plant Phy. 23: 267-281.
67. SAYRE, J. D. and MORRIS, V. H. 1933. Concentration of Mineral in Corn Plant as Affected by Fertilizer Treatments. Ohio Agric. Exp. Sta. Bull. 548 p. 25-26.
68. SCARSETH, G. D. 1943. Plant Tissue Testing in Diagnosis of the Nutritional Status of Growing Plants. Soil Sci. 55: 113-120.
69. SCARSETH, G. D. COOK, H. L.; KRANTZ, B. A.; OHLROGGE, A. J. 1944. How to Fertilize Corn Effectively in Indiana. Purdue Univ. Agr. Exp. Sta. Bull. 482.
70. SPRAGUE, H. B., and SHIVE, J. W. 1929. A Study of the Relations Between Pigments and Dry Weights of Tops in Dent Corn. Plant Phy. 4: 165-192.
71. SCHWEITZER, P. 1889 Study of the Life History of the Corn Plant at its Different Periods of Growth. Mo. Agric. Exp. Sta. Bull. 9.
72. SEEM, BL, and HUBER, L. L. 1947. Corn Planting Rates Soil Productivity, and Yields. Sci for the Farmer. Supplement N° 3 to Bull. 480 the 59th Annual Report. Pennsylvania State College Agri. Exp. Sta.
73. SHOW, R. H. and WRIGHT, P. A. 1921. A Comparative Study of the Composition of Sunflower and Corn Plant at Different Stages of Growth. Jour. Agric. Research 20: 787.
74. SMALL, J. 1946. pH and Plants, D. VanNostrand Co. Inc. New York.
75. SMITH, C. D, 1898. Some Experiments in Corn Raising. Michigan Exp. Sta. Bull. 154.
76. THOMAS, W. 1937. Folliar Diagnosis: Principles and Practice. Plant Phy. 12: 571 -600.
77. THOMAS, W. 1945. Present Status of Diagnosis of Mineral Requirements of Plants by Means of Leaf Analysis. Soil Sci. 59: 353-374.
78. THOMAS, W. and MACK, W. B. 1939. The Folliar Diagnosis of Zea mais Subjected to Different Fertilizer Treatments. Jour. Agric. Res, 58: 477-391.
79. THOMAS, W. and MACK, W. B. 1943. Folliar Diagnosis in Relation to Plant Nutrition Under Different Conditions of Weather and Soil Reaction. Soil Sci. 56: 197-212.
80. THOMAS, W. and MACK, W. B. 1944. Misconceptions Relative to the Method of Folliar Diagnosis. Proc. Amer. Soc. Rort. Sci. 44: 355-361.
81. TYNER, E. H. 1946. The Relation of Corn Yields to Leaf Nitrogen, Phosphorus and Potassium Content. Soil Sci. Amer. Proc. 11: 317-323.
82. TYNER, E. H and WEBB, J. W. 1946. The Relation of Corn Yield to Nutrient Balance as Revelated by Leaf Analysis. Jour. Amer. Soc. Agron. 38: 173-185.
83. ULRICH, A. 1943. Plant Analysis as a Diagnostic Procedure. Soil. Sci. 55: 101.
84. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1950. Crop Reporting Board of Burean of Agricultural Economics. New York Agricultural Statistics Service. December 27, 1950
85. U. S. D, C. 1951. Climatological Data-New York. Weather Bureau United States Department of Commerce Ann. Summary 1950. Vol. LXII, N° 13. Chattanoga.
86. WALTER, S. and WALLACE, H. M. 1951. Comercial Fertilizers. Consumption in the United States. 1949-50.

Division of Fert. and Agric. Lime. Agric. Research Adm. Bureau of Plant Industry, Soils and Agric. Engineering
U. S. D. A. Betsville, Maryland.

87. WEEKS, M. E. FERGUS, E. N. and P. E. 1940. The Composition of the Corn Under Field Conditions in Relation to the Soil and its Treatments. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 5: 140-146.
88. WHITEHEAD, E. I.: VIETS. F. G. and MOXON, A. L. 1948, Nitrogen Distribution in the Corn Plant. *South Dakota Agr. Exp. Sta. Tech. Bull.* 7.
89. WIANCKO, A. T. WALKER, G. P. and MULVEY. R. R. 1933. Nitrogenous Fertilizer for Top-Dressing Field Grops. *Purdue Univ. Agr. Exp. Sta. Bull.* 386.
90. ZSCHEILE, E P. COMAR, O. L. and MACKINNEY, G. 1942. Interlaboraty Comparison of Absorption Spectra by the Photoelectric Spectrophotometric Method. Determinations on Chlorophyll and Wergert's Solutions. *Plant Plant Phy*, 17: 666-670.
91. ZSCHEILE, F. P.; COMAR, C. L.; and Harris, D. C. 1944. Spectroscopic Stability of Chorophylls a and b and Certain Analytical Considerations. *Plant Phy.* 19: 627-637.
92. ZSCHEILE, F. P. and COMAR C. L. 1941. Influence of Preparative Procedure on the Purity of Chlorophyll Components as Show by Absorption Spectra. *Bot. Gaz.* 102: 463-481.