

ACUMULAÇÃO DIFERENCIAL DE NUTRIENTES POR CINCO CULTIVARES DE MILHO (*Zea mays* L.). III – DIAGNOSE FOLIAR*

A.G. DE ANDRADE**
H.P. HAAG***
G.D. DE OLIVEIRA***
J.R. SARRUGE***

RESUMO

O trabalho foi desenvolvido com a finalidade de se aquilatar diferenças nos níveis críticos entre os cultivares Agrocerec 256, Agrocerec 504, Centralmex, H-7974 e Piranão. O ensaio foi conduzido no Município de Piracicaba, SP, tendo como suporte um Regossol arenoso de média fertilidade. Foram seguidas as práticas culturais comuns e a adubação consistiu de 83 g da fórmula 30-120-70, por metro linear no plantio e 33 g/metro linear da fórmula 50-0-45 em cobertura. A população de plantas foi de 50.000 por hectare. Aos 60 dias após o plantio e no florescimento foram coletadas as folhas (+4) e da inserção da espiga, para fins de diagnose. Foram observadas diferenças nas concentrações de P, K, Ca, Mg e Fe, na matéria seca das folhas (+4) dos cultivares aos 60 dias após o plantio, e nas concentrações de P, K, Cu e Fe na folha da inserção da espiga, na fase de florescimento. Diferenças estas que não afetam a produção de grãos. A extensão das diferenças entre cultivares nos níveis foliares dos nutrientes depende da época de amostragem. As coletas feitas em épocas fisiológicas determinadas tende a diminuir estas diferenças. Cultivares com potenciais de produção semelhantes podem ser tratados igualmente em relação à análise de folhas, desde que se adote uma faixa de teores adequados.

INTRODUÇÃO

As bases do método da diagnose foliar foram lançadas por LAGATU & MAUMÉ (1926, 1930), que estabeleceram os conceitos de diagnose foliar como sendo o “o estado químico de uma folha, tomada em determinado momento”; e diagnose anual, “o estado químico dessa folha, tomada em diversas épocas do ciclo vegetativo”. Várias revisões já foram apresentadas sobre o assunto. Destacamos as de: GOODALL & GREGORY (1947); ULRICH (1948); PREVOT (1953); CHAPMAN (1966); ALDRICH (1973); MUNSON & NELSON (1973) e a de JONES JR. & ECK (1973), especialmente sobre milho e sorgo. Uma das relações mais importantes na análise de planta para fins

* Entregue para publicação em 22/7/1975. Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor para obtenção do grau de MESTRE pela E.S.A. “Luiz de Queiroz”, USP. Suporte financeiro da EMBRAPA. Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, 14 a 20/7/75, em Campinas, SP, Brasil.

** Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife - PE.

*** Depto. de Química, E.S.A. “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba - SP.

de diagnóstico nutricional é a que envolve a produção, a concentração de nutrientes na planta, e os níveis de nutrientes no solo (MUNSON & NELSON, 1973). A relação entre o teor porcentual do nutriente na folha e a produção final da planta, é usada para determinar o chamado "nível crítico", ou concentração ótima de nutriente na planta. Este conceito foi estabelecido por MACY (1936), como "o ponto de inflexão superior da curva produção x teor do nutriente", sendo depois atualizado por ULRICH (1948), que substituiu o conceito de "ponto" por "faixa" de teores, abaixo da qual, a produção é prejudicada. CHAPMAN (1967), apresentou um tipo de curva mais ajustada para a relação concentração x crescimento, onde mostra o efeito de diluição sobre a concentração de nutrientes em determinado órgão da planta. Este aspecto é muito importante na escolha da época certa para a coleta de amostra, em relação à idade fisiológica do órgão amostrado. Estes aspectos da diluição foram extensivamente estudados por STEENBJERB (1951); STEENBJERG & JAKOBSEN (1963); BATES (1971); TERMAN et al. (1972a); TERMAN et al. (1972b); TERMAN et al. (1973); TERMAN & ALLEN (1974), entre outros. Em todos estes trabalhos encontramos que a percentagem de determinado nutriente, em qualquer parte da planta, depende da época de amostragem. DUMENIL (1961), introduziu o conceito da influência do equilíbrio entre nutrientes sobre os níveis críticos. Usando o método da regressão múltipla curvilínea, e calculando a concentração crítica como sendo a que dá 95% da produção máxima, mostrou que o nível crítico de N ou de P, não é um ponto, nem uma faixa estreita de valores, mas inclui uma larga faixa, dependendo de como ele é definido, e do nível dos outros nutrientes. Isso foi comprovado por HYLTON et al. (1967), os quais mostraram que o nível crítico de K nas folhas de erva castelhana (*Lolium multiflorum* Lam., Tifton), varia de 0,8 a 3,5% da matéria seca, dependendo da concentração de Na neste órgão. PECK et al. (1969), empregaram este método, com o uso de uma polinomial quadrática, para avaliar a relação entre a produção de milho e o nível de 10 elementos nas folhas. Usando os níveis dos nutrientes como variáveis independentes, verificaram diversos efeitos significativos e interações, e mostraram que o nível crítico de qualquer nutriente varia com os níveis foliares dos outros elementos. Portanto, os valores de níveis críticos de um elemento devem ser especificados para cada teor dos outros nutrientes. Estes mesmos aspectos foram estudados por VOSS et al. (1970), que trabalharam com 575 parcelas, em 23 experimentos. Mostraram que a regressão linear, ou quadrática, para um só nutriente, dá baixas correlações com a produção. Uma equação satisfatória, contendo termos lineares, quadráticos e interações para N, P e fatores ambientais, é mais adequada. O conteúdo de nutrientes da folha, para 95% da produção máxima predita variou com a cultura anterior, com a população, o potencial de produção do solo e umidade do solo. Mais recentemente, WALKER et al. (1972), estudaram as relações entre a composição da folha de milho em condições de alta e baixa produção de grãos. Dividindo as variedades em dois grupos, e estabelecendo uma produção limite entre as duas categorias de 134 bushels/acre (o que corresponde a 11.650 litros por hectare), mostraram que os coeficientes de regressão estatisticamente significativos, são diferentes. Na categoria de alta produção, foram significativos os coeficientes lineares para K, Mn e B, e quadráticos para Mn, Fe, Zn e B. Na categoria de baixa produção, foram significativos os coeficientes de regressão linear para Zn, e quadrática para K, P e Mn. As interações na categoria de baixa produção foram principalmente, entre Mn e vários elementos, e na categoria de alta produção, entre Ca e alguns elementos,

e P com outros. Outro método de análise da nutrição potássica foi proposto por WILCOX & COFFMAN (1972), que compararam o teor de K nas folhas novas e velhas. Eles sugerem que, se o conteúdo de K nas folhas velhas é maior ou igual ao das folhas novas, a nutrição potássica é suficiente. Caso contrário, há necessidade de adubação. A época de amostragem é importante. Autores diversos pesquisaram este aspecto da diagnose foliar, e em muitos casos chegaram a conclusões bastante diferentes, e às vezes contraditórias. VIETS et al. (1954), trabalhando com várias folhas e épocas de amostragem, verificaram que as melhores correlações entre teor de nutrientes nas folhas e produção de grãos são obtidas com a 2ª folha abaixo da espiga, na época do aparecimento da inflorescência feminina. Segundo NEPTUNE (1966), idades diversas podem mostrar correlações para nutrientes diferentes. As amostragens feitas antes, ou no aparecimento da inflorescência feminina são mais significativas para o nitrogênio, e em menor grau para o fósforo; enquanto, as coletas tardias dão melhores correlações para o potássio. Além da variedade e época de amostragem, alguns fatores, especialmente climáticos, têm influência na composição porcentual de elementos nas folhas. A água, por exemplo, quando carente, reduz, em certa extensão, o teor de nutrientes na folha (VOSE, 1970; LOCKMAN, 1971). A temperatura e o manejo da cultura influem, tanto na taxa de absorção quanto na taxa de crescimento, refletindo-se na porcentagem de nutrientes nas folhas (MUNSON & NELSON, 1973). Poucos estudos foram conduzidos sobre a importância da variedade na diagnose foliar. Mesmo assim, sabe-se que a concentração atual de um nutriente na planta é reflexo da genética e do ambiente, embora, a grande maioria dos estudos conduzidos sejam voltados para o segundo aspecto. RIVARD & BANDEL (1974), trabalhando com diversos híbridos e variedades, em Maryland, utilizando parcelas uniformemente adubadas, e amostrando a planta inteira com 60 a 90 cm de altura, e a folha da espiga na fase do pendoamento, mostraram que existem diferenças pequenas, mas estatisticamente significativas, entre cultivares, para N, P, K, Ca e Mg. Contudo, exceto para os níveis de P em duas variedades, todos os valores estavam dentro dos limites esperados para as diversas partes da planta e estágio de crescimento. Concluíram que, para os híbridos comercialmente importantes, o cultivar não tem importância crítica na interpretação dos resultados das análises das plantas. Deve-se, portanto, estabelecer níveis de concentração de nutrientes nas folhas, ou outros órgãos da planta, para determinada região, de acordo com as variedades mais representativas, ou híbridos mais plantados. STIVERS et al. (1970), observaram que alguns dos principais híbridos variam na concentração de nutrientes nas folhas. Usando três híbridos, em diferentes populações e por três anos consecutivos, obtiveram variações significativas para o potássio entre híbridos. Observando-se os dados coletados por LOUÉ (1963), verifica-se que a porcentagem de certos nutrientes, como o nitrogênio por exemplo, sofrem efeito de diluição se compararmos os dados de variedades altamente produtivas com as de menor produção. Mas, as variedades que têm níveis de produção similares também apresentam concentrações de nutrientes nas folhas que se equiparam. AGBOOLA (1972), trabalhando com oito variedades de milho, na Nigéria, verificou que, apesar das diferenças de produção, os níveis críticos podem ser agrupados em uma faixa de teores relativamente estreita, e que atende a todos os cultivares utilizados. As altas doses de nutrientes baixaram a produção de certas variedades, enquanto outras não foram afetadas. Isto, provavelmente, se deve à variação no balanço entre nutrientes. Segundo BAKER et al. (1970), a influência do híbrido na composição da folha varia de acordo com seu

"background" genético, e que este controle é apenas parcial. As correlações entre a disponibilidade de nutrientes no solo e a composição da folha é complexa, e as interações entre nutrientes e híbridos podem se manifestar em certos casos, e outros não. Os valores de níveis críticos obtidos por diversos pesquisadores, e as faixas mais adequadas apontadas são apresentadas a seguir.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Piracicaba, tendo como suporte um Regossol arenoso de média fertilidade, exceto em relação ao teor de K que é baixo. Foram testados os seguintes cultivares de milho: Agrocerec 256, Agrocerec 504, Centralmex, H-7974 e Piranão. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com 4 repetições. Foram seguidas as práticas culturais comuns e a adubação constituiu de 83 g da fórmula 30-120-70, por metro linear no plantio e 33 g/metro linear da fórmula 50-0-45, em cobertura, 22 dias após a germinação. A população de plantas foi de 50.000 por hectare. Aos 60 dias após o plantio e no florescimento, foram coletadas as folhas (+4) e da inserção da espiga, respectivamente, para fins de diagnose. O material colhido foi analisado para N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn seguidos os métodos descritos em SARRUGE & HAAG (1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados analíticos referentes aos níveis de macro e micronutrientes nas folhas (+4) e da inserção da espiga nos cultivares, colhidas em épocas determinadas, acham-se nos Quadros 1 e 2. Na coleta realizada aos 60 dias após o plantio, época recomendada para o Estado de São Paulo por GALLO et al. (1968) encontrou-se diferenças significativas entre cultivares, ao nível de 1% para P, K e Mg, e ao nível de 5% para Ca e Fe. Com relação aos teores de N e P, os cultivares Agrocerec 256 e 504 apresentaram as maiores percentagens, enquanto o H-7974 e Piranão tinham níveis intermediários, e o Centralmex os menores teores, sendo estes, inclusive, mais baixos que os citados como "críticos" por GALLO et al. (1968). Para o K, todos os cultivares apresentaram teores elevados, acima dos níveis críticos comumente citados, sendo que o Piranão tinha os níveis mais elevados deste elemento. Fez-se correlações entre os níveis foliares de N, P e K com as produções. Para cada cultivar separadamente, conseguiu-se correlações desde muito baixas ($r = 0,05$) e altas ($r = 0,90$). Contudo, ao se agrupar os cultivares foi impossível obter-se correlação para qualquer nutriente. Vale salientar, que o cultivar Centralmex, que apresentou os níveis foliares mais baixos de N, P e K deu a mais alta produção de grãos. Além disso, este cultivar possuía os teores mais elevados de Ca e Mg, e, portanto, as menores relações K/Ca + Mg, o que contraria o exposto por VIETS et al. (1954), embora estes autores tenham estabelecido o critério de que maiores relações K/Ca + Mg dão maiores produções, para o mesmo cultivar, e no presente caso trata-se de cultivares distintos. Na coleta feita na fase do aparecimento do estilete-estigma, aproximadamente 65 dias após a germinação, as diferenças entre cultivares que apresentaram significância estatística, ao nível de 5%, foram para o P, K, Cu e Fe. Verificou-se uma di-

– Níveis críticos (ou faixa de teores adequados) encontrados nos cultivares. Dados expressos em função da matéria seca –

Autor(es)	Órgão amostrado	Época de amostragem	Nutrientes (%)					
			N	P	K	Ca	Mg	S
Tyner (1946)	6ª fol. a partir base	inflorescência fem.	2,90	0,295	1,30			
Bennet et al. (1953)	6ª fol. a partir base	inflorescência fem.	2,80-3,0	0,17-0,21	1,42-2,12			
Wittels & Seatz (1953)	“folhas”	60 dias após plantio			1,50-1,70			
Delong et al. (1953)	6ª fol. a partir base	60 dias após plantio			1,40-2,04			
Viets et al. (1954)	2ª fol. abaixo espiga	inflorescência fem.	2,83		1,90-2,80			
Reichman et al. (1959)	2ª fol. abaixo espiga	inflorescência fem.	2,75-3,60					
Hanway et al. (1962)	fol. oposta à espiga	inflorescência fem.			2,0			
Lové (1963)	2ª fol. abaixo espiga	inflorescência fem.			1,60-1,80			
Neptune (1966)	fol. oposta à espiga	inflorescência fem.	3,27	0,293				
Paslee & Moss (1966)	folha da espiga	pendoamento						0,15
Jones et al. (1967)	folha da espiga	pendoamento	2,75-3,50	0,25-0,40	1,70-2,50	0,21-1,00		0,21-0,60
Gallo et al. (1968)	folha +4	60 dias após plantio	2,9	0,23	1,70-2,70			
Lockman (1969)	planta inteira	30-45 dias após-emerg.	3,50-5,0	0,40-0,80	3,0-5,0	0,90-1,60		0,3-0,8
Melsted et al. (1969)	folha da espiga	pendoamento	3,00		1,90	0,40		0,20
Neubert et al. (1969)	folha da espiga	inflorescência fem.	2,60-4,0	0,25-0,50	1,70-3,0	0,21-1,00		0,31-0,50
Agboola (1972)	folha da espiga	inflorescência fem.	3,1-3,25	0,23-0,27	2,25-2,75			0,21-0,51
			B ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	
Lockman (1969)	planta inteira	30-45 dias após-emerg.	7-25	7-20	50-300	50-160	20-50	
Neubert et al. (1969)	folha da espiga	inflorescência fem.	15-90	8-20	21-250	34-200	50-150	
Jones (1972)	folha da espiga	inflorescência fem.	4-25	5-30	20-350	20-300	20-50	

minuição dos teores de N, K e Zn, e aumento para os demais nutrientes em relação a coleta anterior. Isto se deveu a uma contingência da própria marcha de absorção em relação à acumulação de matéria seca, ANDRADE et al. (1975, 1975a), bem como, por se ter analisado apenas o terço médio da lâmina foliar na primeira coleta, enquanto que, na segunda, analisou-se a folha inteira (SAYRE, 1955; BATES, 1971). Chama atenção o fato, de que na primeira coleta as diferenças entre cultivares foram nitidamente maiores. É provável que isto tenha ocorrido devido a maior velocidade de acumulação de nutrientes nos cultivares Agroceres 256 e 504. Assim sendo, pode-se afirmar que a extensão das diferenças entre cultivares depende da época de amostragem. Para diminuir o efeito da precocidade sobre níveis foliares, deve-se analisar as folhas em épocas fisiologicamente bem definidas, como por exemplo, no pendoamento ou florescimento. Comparando-se os níveis encontrados, com os citados na literatura, para a mesma época, verificou-se que os teores de N, P, Ca, Mg e dos micronutrientes estão próximos, ou mesmo abaixo, dos níveis críticos estabelecidos ou dos níveis mínimos. Contudo, este fato deve ser visto com reservas. As curvas tipo "C", descritas por STEENBJERG (1951) e STEENBJERG & JAKOBSEN (1963), além de outros fatores como, idade do tecido, parte da folha analisada, interação entre nutrientes e fatores climáticos, dificultam sobremaneira a interpretação dos dados das análises (VOSS et al., 1970; STIVERS et al., 1970; LOCKMAN, 1971; BATES, 1971; TERMAN, NOGGLE & ELGELSTAD, 1972; MUNSON, 1970; TERMAN, GIORDANO & ALLEN, 1972; MUNSON & NELSON, 1973; ALDRICH, 1973; JONES & ECK, 1973). Acredita-se, pela comparação dos dados obtidos, com os citados em LOCKMAN (1971), que um dos problemas associados aos baixos níveis encontrados no presente trabalho foi a irregularidade da pluviosidade. A importância do cultivar na interpretação dos resultados de análise foliar é relativa (BATES, 1971). Não há possibilidade de estabelecer uma correlação simples entre o teor de nutrientes e a produção, especialmente em se tratando de cultivares diferentes (RIVARD & BANDEL, 1974). Até para um mesmo cultivar, há um grande número de fatores que devem entrar na equação para se obter um coeficiente de correlação adequado (PECK et al., 1969; DUMENIL, 1961; VOSS et al., 1970; WALKER et al., 1971). Quando se emprega a porcentagem da produção máxima, para o mesmo cultivar, desprezando o seu valor absoluto, os níveis críticos podem aproximar-se um do outro (ABGOOLA, 1972), mesmo em se tratando de cultivares distintos. Vale salientar, como citam RIVARD & BANDEL (1974), que a "ausência de variabilidade na adubação empregada tende a diminuir a correlação teor x produção". Assim, no presente trabalho pode-se verificar, pelos teores encontrados, embora apresentando diferenças estatísticas para certos elementos, os cultivares apresentaram teores que não diferem muito da faixa considerada suficiente. Se bem que, o potencial de produção dos cultivares deve influir nestes teores, e nas interações entre nutrientes. A título ilustrativo aplicou-se as equações desenvolvidas por GALLO et al. (1968), para o Estado de São Paulo, para correlação entre teores de N e P na folha (+4) e porcentagem da produção máxima, e obteve-se as seguintes produções máximas teóricas, para as condições em que foi desenvolvido o trabalho:

QUADRO 1 - Concentração dos nutrientes na lâmina foliar (+4) aos 60 dias após a germinação e produção de grãos.

Cultivar	Nutrientes										Produção	
	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	g/planta	kg/ha
Agroceres 256	3,10	0,24	2,78	0,24	0,16	0,21	9	65	42	41	112,5	5627
Agroceres 504	3,06	0,24	2,39	0,23	0,16	0,20	11	74	46	33	118,3	5916
Centralmex	2,75	0,20	2,35	0,28	0,22	0,18	8	77	40	36	133,5	6677
H-7974	2,91	0,19	2,53	0,27	0,18	0,19	7	70	46	44	125,7	6287
Piranão	2,97	0,20	2,97	0,24	0,15	0,19	8	76	42	42	128,3	6414
F	2,33	6,66*	5,58**	3,53*	10,97**	1,17	2,43	3,61*	0,48	1,00	0,77	0,83
D.M.S. (Tukey) (5%)	n.s.	0,04	0,50	0,06	0,04	n.s.	n.s.	11	n.s.	n.s.		
C.V.%	5,74	8,04	8,56	10,00	9,68	12,49	18,79	7,04	18,6	23,4	15,3	14,7

QUADRO 2 - Concentração dos nutrientes na lâmina da 2ª folha abaixo da espiga, na época do aparecimento do estilete-estigma.

Cultivar	Nutrientes										Produção	
	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	g/planta	kg/ha
Agroceres 256	2,68	0,25	2,37	0,40	0,20	0,31	12	98	74	28	112,5	5627
Agroceres 504	2,64	0,28	2,61	0,39	0,20	0,31	11	89	66	22	118,3	5916
Centralmex	2,35	0,24	2,15	0,44	0,22	0,25	7	66	47	21	133,5	6677
H-7974	2,40	0,22	2,23	0,41	0,22	0,28	7	72	49	19	125,7	6287
Piranão	2,65	0,22	2,66	0,42	0,21	0,31	8	92	55	21	128,3	6414
F	3,00	3,49*	4,53*	0,82	0,78	1,99	3,65*	4,01*	2,93	2,09	0,77	0,83
D.M.S. (Tukey) (5%)	n.s.	0,06	0,48	n.s.	n.s.	n.s.	5	32	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C.V.%	6,69	10,64	8,88	11,24	10,75	12,48	27,90	16,76	22,99	20,98	15,3	14,7

Cultivares	x = % de N	x = % de P
Agroceres 256	6699 kg/ha	6818 kg/ha
Agroceres 504	7127 kg/ha	7231 kg/ha
Centralmex	9022 kg/ha	8858 kg/ha
H-7974	7944 kg/ha	8523 kg/ha
Piranão	7931 kg/ha	8508 kg/ha

Estas produções concordam, em certa extensão com os dados publicados pelo Departamento de Genética da ESALQ*, desde que se leve em conta os fatores climáticos e edáficos.

CONCLUSÕES

- Há diferenças nas concentrações de P, K, Ca, Mg e Fe, na matéria seca das folhas (+4) dos cultivares aos 60 dias após o plantio, e nas concentrações de P, K, Cu e Fe na folha da inserção da espiga, na fase de florescimento. Diferenças estas que não afetam a produção de grãos.
- A extensão das diferenças entre cultivares nos níveis foliares dos nutrientes depende da época de amostragem. As coletas feitas em épocas fisiológicas determinadas tende a diminuir estas diferenças.
- Cultivares com potenciais de produção semelhantes podem ser tratados igualmente em relação à análise de folhas, desde que se adote uma faixa de teores adequados.

SUMMARY

DIFFERENTIAL ACCUMULATION OF NUTRIENTS BY FIVE CULTIVARS OF CORN (*Zea mays* L.). III – FOLIAR DIAGNOSIS

The objective of the present work was to examine the differences in nutrients levels between the cultivars Agroceres 256, Agroceres 504, Centralmex, H-7974 and Piranão. The experiment was carried out in the municipality of Piracicaba, State of São Paulo, Brazil. The soil type was a sandy "Regossol" of medium fertility. Common cultivation practices were followed, and the fertilizer used consisted of 83 g of a formula: 30-120-70, per meter length at planting, and 33 g of the formula 50-0-45 per meter length as a dressing. The plant population density was 50,000 per hectare. Sixty days after planting and at flowering the leaves (+4) and the ear leaf, respectively, were harvested for diagnostic purposes. It was observed that differences exist in the concen-

* Relatório científico do Depto. de Genética (1971, 1972, 1973), da E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba - SP.

trations of P, K, Ca, Mg and Fe in the leaf (+4) dry matter of the cultivars at 60 days after planting, and in the concentrations of P, K, Cu and Fe during flowering. Such differences did not affect the production of grain. The extent of the differences between cultivars in the levels of nutrients in the leaves depends on the period of sampling. The harvesty of leaves at determined physiological periods tend to diminish these differences. Cultivars with similar yield potential may be regarded equally in relation to their leaf analysis, provided that one adopts an adequate range of nutrient levels.

LITERATURA CITADA

- ABGOOLA, A.A., 1972. The relationship between the yields of eight varieties of Nigerian maize and content of nitrogen, phosphorus and potassium in the leaf at flowering stage. *J. Agric. Sci.*, 79:391-396.
- ALDRICH, S.R., 1973. Plant analysis: problems and opportunities. IN: Walsh, L.M. & J.D. Beaton (eds.). *Soil testing and plant analysis*. Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wis., p. 213-221.
- ANDRADE, A.G., HAAG, H.P., OLIVEIRA, G.D. de & SARRUGE, J.R., 1975. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho (*Zea mays* L.). I – Absorção dos macronutrientes. *Anais E.S.A. "Luiz de Queiroz"*, XXXIII (no prelo).
- ANDRADE, A.G., HAAG, H.P., OLIVEIRA, G.D. de & SARRUGE, J.R., 1975a. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho (*Zea mays* L.). II – Absorção dos micronutrientes. *Anais E.S.A. "Luiz de Queiroz"*, XXXIII (no prelo).
- BAKER, D.E., JARREL, A.E., MARSHALL, L.E. & THOMAS, W.I., 1970. Phosphorus uptake from soils by corn hybrids selected for high and low phosphorus accumulation. *Agron. J.*, 62:103-106.
- BATES, T.E., 1971. Factors affecting critical nutrient concentration in plants and their evaluation: a review. *Soil Sci.*, 112:116-130.
- BENNET, W.F., STANFORD, G. & DUMENIL, L., 1953. Nitrogen, phosphorus and potassium content of the corn leaf and grain as related to nitrogen fertilization and yield. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 17:252-258.
- CHAPMAN, H.D. (ed.), 1966. *Diagnostic criteria for plants and soils*. Univ. of California, Division of Agric. Sciences.
- CHAPMAN, H.D. (ed.), 1967. Plant analysis values suggestive of nutrient status of selected Crops. IN: Hardy, G.W. et al. (eds.). *Soil testing and plant analysis, part II*. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wis., p. 77-92.
- DE LONG, W.A., MACKAY, D.C. & STEPLER, H.A., 1953. Coordinated soil plant analysis. I. Nutrient cations. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 19:449-450.
- DUMENIL, L., 1961. Nitrogen and phosphorus composition of corn leaves and corn yields in relation to critical levels and nutrient balance. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 25:295-298.
- GALLO, J.R., HIROCE, R. & MIRANDA, L.T. de, 1968. A análise foliar na nutrição do milho. I. Correlação entre análise de folhas e produção. *Bragantia*, 27:177-186.
- GOODALL, D.W. & GREGORY, F.G., 1947. Chemical composition of plants as an index of their nutritional status. *Imp. Bur. Hort. Plant Crops Tech. Comm.*, 17:1-167.
- HANWAY, J.J., BARBER, S.A., BRAY, R.H., CALDWELL, A.C., FRIED, M., KURTZ, L.T., LAWTON, K., PESEK, J.T., PRETTY, K., REED, M. & SMITH, F.W., 1962. North Central Regional potassium studies. III. Field Studies with corn. *Iowa State Exp. Res. Bull.*, 503:407-438.

- HYLTON, L.O., Jr., ULRICH, A. & CORNELIUS, D.R., 1967. Potassium and sodium interrelations in growth and mineral content of Italian ryegrass. *Agron. J.*, 59:311-314.
- JONES, J.B., Jr., 1967. Interpretation of plant analysis for several agronomic crops. IN: Hardy, G.W. (eds.). *Soil testing and plant analysis, part II*. Soil Science Society of America (publicação especial nº 2), Madison, Wis., p. 49-58.
- JONES, J.B., Jr., 1972. Plant tissue analysis for micronutrients. IN: Mortvedt, J.J. et al. (eds.). *Micronutrients in agriculture*. Soil Science of America, Inc., Madison, Wis., p. 319-346.
- JONES, J.B., Jr. & ECK, H.V., 1973. Plant analysis as an aid in fertilizing corn and grain sorghum. IN: Walsh, L.M. & J.D. Beaton (eds.). *Soil testing and plant analysis*. Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wis., p. 349-364.
- LAGATU, H. & MAUMÉ, L., 1926. Diagnostic de l'alimentation d'un vegetal par l'évolution chimique d'une feuille convenablement choisie. *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 182:653-655.
- LAGATU, H. & MAUMÉ, L., 1930. Le diagnostic foliaire de la pomme de terre. Premier Mémoire. *Annals Éc. Natn. Agric. Montpellier*, 20:219-281.
- LOCKMAN, R.B., 1969. Relationship between corn yields and nutrient concentration in seedling whole-plant samples. *Agron. Abstr.*, p. 97. American Society of Agronomy, Madison, Wis.
- LOUÉ, A., 1963. Estudo comparativo das exigências minerais de algumas variedades de milho híbrido. *Fertilité*, 20:22-32.
- MACY, P., 1936. The quantitative mineral nutrient requirements of plants. *Plant Physiol.*, 11:749-764.
- MELSTED, S.W., MOTTO, H.L. & PECK, T.R., 1969. Critical plant nutrient composition values useful in interpreting plant analysis data. *Agron. J.*, 61:17-20.
- MUNSON, R.D. & NELSON, W.L., 1973. Principles and practices in plant analysis. IN: Walsh, L.M. & J.D. Beaton (eds.). *Soil testing and plant analysis*. Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wis., p. 223-248.
- NEPTUNE, A.M.L., 1966. Estudos sobre adubação e diagnose foliar do milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, SP. 167 pp. Tese (cátedra), ESALQ.
- NEUBERT, P., WRAZIDLO, W., VIELEMAYER, N.P., HUNDT, I., GULLMICK, F. & BERGMANN, W., 1969. Tabellen zur planzenanalyse-erste orientierende ubersicht. Institut fur planzener-nahrung. Jena, Berlin.
- PEASLEE, D.E. & MOSS, D.N., 1966. Photosynthesis in K and Mg deficient maize (*Zea mays* L.) leaves. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 30:220-223.
- PECK, T.R., WALKER, W.M. & BOONE, L.V., 1969. Relationship between Corn yield and leaf levels of ten elements. *Agron. J.*, 58:299-301.
- PREVOT, P., 1953. Les bases du diagnostic foliaire. Application à l'arachide. *Oléagineux*, 8:67-71.
- REICHMAN, G.A., GRUNES, D.L., CARLSON, C.W. & ALESSI, J., 1959. N and P composition and yield of corn as affected by fertilization. *Agron. J.*, 51:575-578.
- RIVARD, C.E. & BANDEL, V.A., 1974. Effect of variety on nutrient composition of field corn. *Coom. Soil Sci. Plant Anal.*, 5:229-242.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P., 1974. Análises químicas em plantas. Piracicaba, SP. Departamento de Química, ESALQ (publicação especial).
- SAYRE, J.D., 1955. Mineral nutrition of corn. IN: Sprague, G.F. (ed.). *Corn and corn improvement*. Academic Press, Inc., New York, p. 293-314.
- STEENBJERG, F., 1951. Yield Curves chemical plant analysis. *Plant Soil*, 3:97-109.
- STEENBJERG, F. & JAKOBSEN, S.T., 1963. Plant and yield curves. *Soil Sci.*, 95:69-88.
- STIVERS, R.K., GRIFFITH, D.R. & CHRISTMAS, E.P., 1970. Corn row spacing, populations and

- hybrids on five soils in Indiana, 1966-1968. *Indiana Agr. Exp. Sta. Res. Bull.* R.B. 860.
- TERMAN, G.L., NOGGLE, J.C. & ENGELSTAD, O.P., 1972. Concentration of N and P in young corn plants, as affected by various growth limiting factors. *Agron. J.*, 64:384-388.
- TERMAN, G.L., GIORDANO, P.M. & ALLEN, S.E., 1972. Relationships between dry matter yields and concentrations of Zn and P in young corn plants. *Agron. J.*, 64:684-687.
- TERMAN, G.L., ALLEN, S.E. & GIORDANO, P.M., 1973. Dry Matter yield N and S concentration relationships and ratios in young corn plants. *Agron. J.*, 65:633-636.
- TERMAN, G.L. & ALLEN, S.E., 1974. Accretion and dilution of nutrients in young corn, as affected by yield response to nitrogen, phosphorus and potassium. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 38:455-460.
- TYNER, E.H., 1946. The relation of corn yields to leaf nitrogen, phosphorus, and potassium content. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 11:317-323.
- ULRICH, A., 1948. Plant analysis methods and interpretation of results. IN: Diagnostic techniques for soils and crops. American Potash Institute, Washington.
- VIETS, F.G., Jr., CROWFORD, C.L. & NELSON, C.E., 1954. The relationship among corn yield, leaf composition, and fertilizer applied. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 18:297-301.
- VOSE, P.B., 1970. Varietal differences in plant nutrition. *Herb. Abst.*, 33:1-13.
- VOSS, R.E., HANWAY, J.J. & DUMENIL, L.C., 1970. Relationship between grain yield, and leaf N, P and K concentrations for corn (*Zea mays* L.) and the factors that influence this relationship. *Agron. J.*, 62:726-728.
- WALKER, W.M., VOSS, R.D. & PECK, T.R., 1972. Relationship between corn leaf composition and high and low yield levels. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 2:389-397.
- WILCOX, G.E. & COFFMAN, R., 1972. Simplified plant evaluation of K status. *Better Crops Food*, 56:8-9, 30.
- WITTELS, H. & SEATZ, L.F., 1953. Effects of potash fertilization on yield, stalk breakage and mineral composition of corn. *Soil Sci. Amer. Proc.*, 17:369-371.

