

NORMAS DRIS PARA CULTURA DO MILHO SEMEADO EM ESPAÇAMENTO REDUZIDO NA REGIÃO DE HIDROLÂNDIA, GO, BRASIL

DRIS NORMS FOR CORN PLANTED IN REDUCED ROW SPACING IN HIDROLÂNDIA (STATE OF GOIÁS, BRAZIL)

Anísio Corrêa da ROCHA¹; Wilson Mozena LEANDRO²; Adriana Oliveira ROCHA²; João das Graças SANTANA¹; José Weselli de Sá ANDRADE¹

1. Professor, Centro Federal de Educação Tecnologia, Rio Verde – GO. anisiorocha@yahoo.com.br; 2. Professor, Doutor, Universidade Federal de Goiás, Goiânia - GO

RESUMO: O diagnóstico do estado nutricional de uma planta e/ou lavoura depende de valores de referência. Assim, o presente trabalho teve como objetivo a obtenção de normas regionais, a partir de relações entre os nutrientes em populações de alta produtividade, para servir como padrão de comparação em milho de áreas comerciais cultivados com espaçamento reduzido, em Hidrolândia, Goiás. Amostras de terra e folhas de milho foram coletadas de área comercial para diagnosticar os nutrientes mais limitantes à produção de milho semeado em espaçamento reduzido (0,45 m), no município de Hidrolândia, GO. Com os resultados das análises foliar e de terra se dividiu os dados em duas sub-populações: uma de alta e outra de baixa produtividade (5.000 kg ha⁻¹ de grãos, como produtividade de corte). As normas DRIS foram determinadas pelas relações binárias da população de alta produtividade. As normas foram comparadas às de outros autores, obtendo-se resultados divergentes entre as diversas localidades. Pelos resultados pode-se verificar a importância da obtenção de normas regionais e para as condições particulares de cultivo de cada região produtora.

PALAVRAS-CHAVE: Balanço nutricional. *Zea mays* L.. DRIS.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, com participação média em torno de 5 % na oferta mundial deste produto. Sua produção é superada pelos Estados Unidos, primeiro produtor mundial, cuja participação é de quase 40%, e pela da China, cuja produção está em torno de 20% da oferta mundial de milho (DUARTE, 2007).

A cultura do milho apresentou maior incremento no seu potencial produtivo na segunda metade do século XX, expressando ganhos em produtividade de 1,0% a 1,5% por ano, nas diferentes regiões do mundo (SLAFFER; OTEGUI, 2000). O aumento do rendimento potencial do milho tem sido atribuído ao lançamento de cultivares com maior vigor híbrido e às modificações nas práticas culturais, tais como melhor controle de pragas, doenças e plantas invasoras, maior utilização de fertilizantes nitrogenados, aumento na densidade de plantas (TOLLENAAR et al., 1994), redução do espaçamento entre linhas (ARGENTA et al., 2001).

Com as características introduzidas nos genótipos mais recentes de milho, tais como, menor estatura de planta, altura de inserção de espiga, esterilidade de plantas e duração do subperíodo pendocimento-espigamento, plantas com folhas de angulação mais ereta e elevado potencial produtivo, tornou-se possível o uso de espaçamentos mais reduzidos e aumento na densidade de plantas nas

lavouras. Esta nova tendência de práticas de manejo da cultura traz benefícios, pois, permite uma melhor distribuição espacial das plantas aumentando a eficiência na interceptação da luz com a conseqüente redução na competição entre plantas de milho por luz, água e nutrientes (ARGENTA et al., 2001).

Diante destas tendências torna-se necessário reavaliar as recomendações de práticas de manejo para a cultura, com especial atenção às exigências nutricionais, devido, principalmente, ao alto custo de produção.

Métodos de avaliação do estado nutricional das plantas como o DRIS, que considera as relações entre os nutrientes e, que os compara com um padrão de alta produtividade, permitem identificar quais os elementos mais limitantes, além de contribuir para um diagnóstico mais preciso do estado nutricional da cultura.

O DRIS é um método de diagnóstico do estado nutricional de plantas, através do qual os nutrientes não são considerados pelos seus teores individuais (análises univariadas), mas, sim, pelas relações binárias (análises bivariadas). O uso de relações entre vários nutrientes dá maior segurança às interpretações individuais dos nutrientes.

Uma etapa importante na aplicação do método DRIS é a obtenção das normas, ou seja, para a utilização do sistema é necessária a coleta de quantidade substancial de dados básicos (análise

foliar, análise de terra e produtividade) para estabelecer as normas ou padrões. As normas são valores médios de teores de nutrientes e das relações desses nutrientes, com as respectivas variâncias, para um grande número de casos, representando culturas em boas condições nutricionais (BEAULFIS, 1971, 1973; WALWORTH; SUMNER, 1987; MALAVOLTA et al., 1997; RAIJ, 1991).

Avaliar o estado nutricional consiste em realizar uma comparação entre uma amostra qualquer e um padrão de comparação, o qual foi denominado como norma (MALAVOLTA, et al. 1997). A mostra pode estar constituída por uma só planta ou por um grupo de plantas e as normas são definidas como os conteúdos dos elementos nutrientes na planta ou conjunto de plantas “normais” desde o ponto de vista de seu estado nutricional (MALAVOLTA et al., 1997). Malavolta et al. (1997), definem como plantas “normais” aquelas que, tendo em seus tecidos todos os elementos, em quantidades e proporções adequadas, são capazes de dar altas produções, tendo aspecto visual parecido com o encontrado em lavouras muito produtivas. A razão desta definição parte da situação de que, plantas sob condições anormais (limitantes), não podem expressar seus ótimos potenciais produtivos (ANDREW, 1968; BEAUFILS, 1973; MALAVOLTA et al., 1997). Ou seja, altos níveis de produção só podem ser conseguidos quando todos os fatores que determinam a produtividade, entre eles os fatores nutricionais, encontrarem-se em condições normais.

Enquanto em alguns trabalhos tem sido encontradas boas correlações entre relações de nutrientes e produções, e em outros falta de correlações ou correlações pouco expressivas, o DRIS procura esclarecer divergência. Para iniciar uma investigação da relação entre razões de nutrientes e produção, é necessário entender o que há por traz destas relações. As relações entre nutrientes são o quociente entre o numerador e o denominador e são meramente uma proporção relativa, não dando alguma informação sobre a magnitude dos nutrientes envolvidos (SUMNER, 1978).

Sumner (1978) acrescenta que, quando a relação entre dois nutrientes encontra-se na faixa adequada, três possibilidades existem: a) tanto o numerador quanto o denominador estão em faixas adequadas; b) ambos, numerador e denominador estão em excesso; c) ambos, numerador e denominador estão em faixas insuficientes. Quando a relação estiver acima da relação ótima, o numerador está na faixa ótima com o denominador

na faixa insuficiente ou o numerador está em excesso e o denominador na faixa ótima. Quando a relação estiver abaixo da ótima, o numerador está na faixa ótima com e o denominador em excesso ou o numerador está na faixa insuficiente e denominador na faixa ótima.

A base de dados para as normas pode ser obtida tanto em experimentos de adubação como em áreas de plantios comerciais. Quando se emprega esse tipo de dado, a distribuição dos valores geralmente não segue a distribuição normal. Para normalizar a distribuição, Beaufils (1973) propôs a divisão da base de dados em dois subgrupos, um de alta produtividade e outro de baixa produtividade. Os valores das concentrações e as relações entre concentrações dos nutrientes para o subgrupo mais produtivo permanecem normalmente distribuídos, e são utilizados como referência no estabelecimento dos padrões do DRIS. A média, o desvio padrão e o coeficiente de variação de cada subgrupo são calculados para todas as relações de nutrientes possíveis (Beaufils, 1971, 1973).

Com base nas informações consideradas anteriormente, o presente trabalho teve como objetivo a obtenção de normas regionais, a partir de relações entre os nutrientes em populações de cultivados com espaçamento reduzido, em Hidrolândia, Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na região de Hidrolândia, em Goiás, localizada a 16° 57' 44" de latitude sul e 49° 13' 41" de longitude oeste de Greenwich, a uma altitude de 814 metros, em área de cultivo comercial de milho destinado à produção de grãos. Os solos predominantes nesta região são os Latossolo Vermelho distroférrico.

Na semeadura foram utilizados os híbridos 30K75 e 30F80, ambos da empresa Pionner com espaçamento de 0,45 m entre linhas. A densidade de semeadura foi de 3,5 sementes por metro, com uma população final de 66.666 plantas por hectare.

Foram amostradas 133 glebas. Cada gleba teve dimensões de 20 metros de comprimento por 50 metros de largura.

As amostras de terra foram retiradas na profundidade de 0-20 cm, sendo que cada amostra foi composta por 10 sub-amostras. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e enviadas ao laboratório.

Coletou-se amostras de folhas no início do embonecamento do milho, segundo recomendação de Malavolta et al. (1997). Coletou-se a 1ª folha oposta e abaixo da espiga, 30 folhas por gleba. As

folhas foram acondicionadas em sacos de papel e preparada para os procedimentos no laboratório.

Os procedimentos analíticos foram realizados no Laboratório de Solos da Universidade Federal de Goiás. O solo amostrado foi analisado segundo metodologia descrita por Embrapa (1997), para matéria orgânica, pH, P, K⁺, Ca⁺², Mg⁺², B, Al⁺³ e H + Al. Para extração do P, K, Cu, Fe, Mn e Zn no solo foi empregado o extrator Mehlich I. Para extração do B foi empregado água quente. Ca, Mg e Al foram extraídos com KCl 1M.

Os teores foliares totais de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, B e Zn foram determinados segundo metodologia descrita por Bataglia et al. (1978).

Para se avaliar a produtividade da cultura do milho, foram colhidos cinco metros de linha de plantio, em três pontos escolhidos aleatoriamente em cada gleba. A média dos três pontos representou o peso da parcela, que após correção da umidade dos grãos para 13% e, pôde-se calcular a produtividade por hectare.

As análises foliares e de terra, foram divididas em dois subgrupos, de acordo com o critério de produção. Um subgrupo ficou com produtividades acima de 5.000 kg ha⁻¹ e outro com produtividades abaixo de 5.000 kg ha⁻¹.

Calculou-se para cada grupo o coeficiente de variação, a variância de todas as possíveis relações, os valores máximos, mínimos e a média. Também foram calculadas as razões de variância

dos subgrupos com produtividades acima e abaixo de 5.000 kg ha⁻¹.

Foram aplicados os testes de estatística univariada. Para as análises estatísticas utilizou-se o programa estatístico Statistical Analysis System - SAS (FREUND ; LITTELL, 1981).

RESULTADOS

Normas de folha

Na Tabela 1 são apresentados os dados de média, coeficiente de variação (CV) e desvio padrão para população de alta produtividade (>5.000 kg ha⁻¹). Os valores dos coeficientes de variação obtidos para a concentração de nutrientes nas folhas estão abaixo de 35% para N, P, K, Ca, Mg e Zn e acima de 35% para S, B, Fe, Mn e Cu, sendo o Cu (82,11%) o que apresenta o maior valor. Considerando que quanto menor o coeficiente de variação, menor será a amplitude dos valores dos nutrientes, pode-se inferir que menores serão os pesos no cálculo dos índices DRIS.

Trabalhando com milho na região de Goianésia, Cunha (2005) obteve coeficientes variação menores que 35% para: N (12,86%), P (14,35%), K (29,74%), Ca (34,03%), Mg (32,76%) e S (27,66%), e acima de 35% para os micronutrientes: Cu (37,73), Fe (47,42%), Mn (76,37%) e Zn (57,71%)(apenas S e Zn apresentaram CV divergentes dos apresentados por Cunha) (2005).

Tabela 1. Média, coeficiente de variação (CV%) e desvio padrão para teores de nutrientes nas folhas de milho do subgrupo mais produtivo (>5.000 kg ha⁻¹) da cultura do milho, na região de Hidrolândia (GO), safra 2003/2004.

Nutriente	Média	CV%	Desvio Padrão	¹ Razão S ² A/S ² B
N (dag kg ⁻¹)	4,06	21,21	0,86	0,76
P (dag kg ⁻¹)	0,39	28,91	0,11	1,26
K (dag kg ⁻¹)	1,92	20,45	0,39	0,40
Ca (dag kg ⁻¹)	0,42	31,33	0,13	1,50
Mg (dag kg ⁻¹)	0,24	28,72	0,07	0,65
S (dag kg ⁻¹)	0,21	38,45	0,08	0,51
Cu (mg kg ⁻¹)	12,22	82,11	10,04	0,06
Fe (mg kg ⁻¹)	328,49	43,45	142,74	0,58
Mn (mg kg ⁻¹)	76,88	38,00	29,21	3,58
Zn (mg kg ⁻¹)	18,96	14,29	2,71	2,78
B (mg kg ⁻¹)	48,09	42,09	20,24	0,88

¹Razão de variância (S²A/S²B) entre as populações de baixa (A) e alta produtividade (B)

O valor médio das relações binárias entre os nutrientes, o coeficiente de variação, o desvio padrão para as relações e a razão entre variâncias

das populações de alta e baixa produtividade, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Normas para as análises foliares utilizadas para o cálculo dos índices DRIS e razões de variâncias do subgrupo mais produtivo (produtividade maior que 5.000 kg ha⁻¹) da cultura do milho, na região de Hidrolândia. Na safra de 2003/2004.

Variável	Média	CV%	Desvio Padrão	Razão S ² B/S ² A	Variável	Média	CV%	Desvio Padrão	⁽²⁾ Razão S ² A/S ² B
N/P	10,346	26,93	2,95	1,23	Ca/Zn	0,022	25,57	0,01	1,36
P/N	0,097	30,90	0,03	1,78	Zn/Ca	44,607	25,78	12,34	1,87
N/K	2,109	23,03	0,50	0,92	Mg/Cu	0,019	33,91	0,01	0,73
K/N	0,474	23,88	0,12	1,39	Cu/Mg	51,797	93,45	52,11	0,04
N/Ca	9,546	33,78	3,51	1,24	Mg/Fe	0,001	54,77	0,00	0,00
Ca/N	0,105	35,56	0,04	1,87	Fe/Mg	1391,928	45,20	645,68	0,56
N/Mg	17,191	41,25	7,71	0,40	Mg/Mn	0,003	215,04	0,01	0,04
Mg/N	0,058	33,75	0,02	1,00	Mn/Mg	325,758	45,81	162,74	3,01
N/Cu	0,332	26,11	0,10	1,41	Mg/Zn	0,012	26,12	0,01	1,00
Cu/N	3,013	69,36	2,11	0,18	Zn/Mg	80,331	29,38	25,26	0,78
N/Zn	0,214	20,62	0,05	1,39	Cu/Zn	0,645	72,30	0,47	0,14
Zn/N	4,673	21,19	1,02	3,17	Zn/Cu	1,551	30,52	0,54	2,07
N/Mn	0,053	212,24	0,16	0,02	Cu/Fe	0,037	72,47	0,03	0,13
Mn/N	18,950	46,52	9,35	3,23	Fe/Cu	26,873	37,59	10,71	1,09
N/Fe	0,012	69,31	0,01	0,21	Cu/Mn	0,159	198,86	0,46	0,03
Fe/N	80,970	45,89	37,89	0,69	Mn/Cu	6,289	57,31	4,30	3,49
P/K	0,204	37,75	0,08	0,88	Zn/Fe	0,058	65,09	0,05	0,22
K/P	4,908	38,50	2,07	0,33	Fe/Zn	17,328	40,01	6,87	0,75
P/Ca	0,922	25,29	0,24	2,04	Mn/Zn	0,247	39,82	1,66	2,17
Ca/P	1,084	24,54	0,27	2,20	Zn/Mn	4,055	191,99	0,66	0,03
P/Mg	1,661	37,38	0,66	1,06	Fe/Mn	4,273	256,56	17,30	0,03
Mg/P	0,602	30,96	0,20	1,08	Mn/Fe	0,234	80,17	0,25	0,38
P/Cu	0,032	37,31	0,01	2,14	B/P	122,686	51,88	70,74	0,38
Cu/P	31,184	58,84	18,73	0,28	P/B	0,008	57,31	0,01	0,69
P/Fe	0,001	71,68	0,00	0,00	B/K	24,996	51,13	13,38	0,59
Fe/P	837,997	32,12	266,63	0,89	K/B	0,040	43,95	0,02	0,51
P/Mn	0,005	214,48	0,02	0,02	B/Ca	113,160	52,00	65,22	0,45
Mn/P	196,120	48,46	104,88	0,57	Ca/B	0,009	54,71	0,01	1,00
P/Zn	0,021	22,63	0,01	1,00	B/Mg	203,784	42,04	90,24	0,59
Zn/P	48,362	20,38	10,39	1,15	Mg/B	0,005	48,59	0,00	0,44
K/Ca	4,527	40,08	2,02	0,89	B/Cu	3,934	45,55	2,03	0,22
Ca/K	0,221	41,29	0,10	1,51	Cu/B	0,254	120,20	0,37	0,04
K/Mg	8,153	36,45	3,23	0,32	B/Zn	2,537	45,49	1,19	0,85
Mg/K	0,123	36,59	0,05	0,65	Zn/B	0,394	45,43	0,22	1,10
K/Cu	0,157	31,97	0,06	0,54	B/Mn	0,626	123,12	0,99	0,12
Cu/K	6,353	74,64	4,87	0,12	Mn/B	1,599	58,58	1,11	3,52
K/Fe	0,006	65,91	0,01	0,16	B/Fe	0,146	65,50	0,12	0,10
Fe/K	170,735	51,02	91,53	0,46	Fe/B	6,830	64,58	5,32	0,47
B/N	11,854	53,77	6,85	0,63	Cu/S	58,488	88,13	59,42	0,05
N/B	0,084	49,22	0,05	0,56	S/Cu	0,017	33,00	0,01	0,69
S/P	0,533	35,67	0,19	0,79	S/Zn	0,011	36,80	0,01	1,00
P/S	1,876	53,15	1,15	0,78	Zn/S	90,708	63,25	69,89	0,29
S/K	0,109	44,66	0,05	0,53	S/Mn	0,003	170,82	0,01	0,02
K/S	9,206	76,63	8,94	0,10	Mn/S	367,842	87,79	423,64	1,06
S/Ca	0,492	37,69	0,19	0,75	S/Fe	0,001	68,70	0,01	0,01
Ca/S	2,033	52,17	1,22	0,40	Fe/S	1571,746	48,50	825,88	0,57
S/Mg	0,886	45,62	0,43	0,50	S/N	0,052	43,36	0,02	0,55
Mg/S	1,229	70,60	0,97	0,12	N/S	19,411	43,36	0,02	0,55
K/Mn	0,025	180,57	0,06	0,03	B/S	230,110	99,51	302,20	0,05
Mn/K	39,958	44,89	18,71	3,13	S/B	0,004	52,57	0,01	0,44

K/Zn	0,101	27,05	0,03	0,41	Ca/Fe	0,001	77,24	0,01	0,01
Zn/K	9,853	25,82	2,65	1,69	Fe/Ca	772,929	34,02	264,03	1,39
Ca/Mg	1,801	28,30	0,53	1,45	Ca/Mn	0,006	231,89	0,02	0,02
Mg/Ca	0,555	27,14	0,16	1,50	Mn/Ca	180,892	49,15	99,45	1,58
Ca/Cu	0,035	37,83	0,02	1,78	Cu/Ca	28,762	67,51	20,34	0,26

1. Macronutrientes expresso em dag kg⁻¹ e micronutrientes expressos em mg kg⁻¹; 2. Razão de variância (S²A/S²B) entre as populações de baixa (A) e alta produtividade (B)

Beaufils (1973), Sumner, (1977) e Beverly et al. (1986) defendem a criação de uma norma geral para a aplicação do DRIS, independentemente da região, do tipo de solo ou da variedade cultivada. Entretanto, outros autores têm contestado esta idéia. Escano et al. (1981) e Walworth; Sumner (1987) trabalhando com milho; e Leandro (1998) com soja encontraram respostas diferenciadas para condições diferentes. De acordo com resultados desses autores, normas desenvolvidas local ou regionalmente, produzem maior precisão no diagnóstico de deficiências ou desbalanços, do que aquelas produzidas por normas de outras regiões.

A porcentagem em relação às normas de Hidrolândia (GO) e as normas desenvolvidas por Elwali et al (1985), Walworth; Sumner (1987), para o sudeste e o nordeste dos Estados Unidos, Escano et al. (1981) para o Havai, Dara et al. (1992) para

Dakota do Sul, Cunha (2005) para a região de Goianésia (GO) e Cornforth; Steele (1981) para Nova Zelândia são apresentadas na Tabela 1.

No presente trabalho considerou-se como similares as normas que diferem do padrão (normas de Hidrolândia, GO) em até 15%.

Comparando-se as normas obtidas em Hidrolândia (GO) com as de outros autores observa-se similaridades nas relações: Ca/Mg, Ca/S, K/Ca, K/Mg, K/S, N/P de Escano et al (1981); Ca/S, K/Ca, K/S, N/P, P/Mg de Elwali et al. (1985); Ca/S, Mg/S, N/Ca, N/P, P/Mg, P/S de Walworth; Sumner (1987) para o sudeste dos Estados Unidos; Ca/S, K/Ca, K/S, Mg/S, N/P, P/Mg de Walworth; Sumner (1987) para o nordeste dos Estados Unidos; Ca/Mg, K/S, N/Mg, N/P, P/Ca de Cornforth; Steele (1981); Ca/Mg, K/Ca, K/Mg, N/P de Dara et al. (1992); K/Ca, N/P de Cunha (2005) (Tabela 3).

Tabela 3. Comparação de médias das relações binárias das normas para milho desenvolvidas por vários autores com as do presente trabalho e a porcentagem das normas, usando como parâmetro de comparação as normas de Hidrolândia (GO).

Relação	Local	Norma	% ⁽¹⁾	Relação	Local	Norma	% ⁽¹⁾
	Hidrolândia ⁽²⁾		100,00		Hidrolândia ⁽²⁾	17,19	100,00
	Norma Universal ⁽³⁾	2,15	119,38		Norma Universal ⁽³⁾	14,08	81,90
	Sudeste dos E.U.A ⁽⁴⁾	2,49	138,26		Sudeste dos E.U.A ⁽⁴⁾	20,10	116,92
Ca/Mg	Nordeste dos E.U.A ⁽⁴⁾	2,15	119,38	N/Mg	Nordeste dos E.U.A ⁽⁴⁾	13,03	75,80
	Havaí ⁽⁵⁾	1,96	108,83		Havaí ⁽⁵⁾	13,51	78,59
	Nova Zelândia ⁽⁶⁾	2,07	114,94		Nova Zelândia ⁽⁶⁾	17,28	100,52
	Dakota do Sul ⁽⁷⁾	1,78	98,95		Dakota do Sul ⁽⁷⁾	9,62	55,93
	Goianésia ⁽⁸⁾	1,39	77,18		Goianésia ⁽⁸⁾	5,06	29,43
	Hidrolândia ⁽²⁾	2,03	100,00		Hidrolândia ⁽²⁾	10,35	100,00
	Norma Universal ⁽³⁾	1,98	97,39		Norma Universal ⁽³⁾	9,04	87,30
	Sudeste dos E.U.A ⁽⁴⁾	2,07	101,82		Sudeste dos E.U.A ⁽⁴⁾	11,23	108,51
Ca/S	Nordeste dos E.U.A ⁽⁴⁾	2,24	110,18	N/P	Nordeste dos E.U.A ⁽⁴⁾	9,14	88,32
	Havaí ⁽⁵⁾	2,21	108,71		Havaí ⁽⁵⁾	9,98	96,43
	Nova Zelândia ⁽⁶⁾	1,55	76,24		Nova Zelândia ⁽⁶⁾	8,91	86,10
	Dakota do Sul ⁽⁷⁾	3,07	150,76		Dakota do Sul ⁽⁷⁾	9,67	93,48
	Goianésia ⁽⁸⁾	2,99	147,07		Goianésia ⁽⁸⁾	10,46	101,07
	Hidrolândia ⁽²⁾	4,53	100,00		Hidrolândia ⁽²⁾	19,41	100,00
	Norma Universal ⁽³⁾	4,21	93,00		Norma Universal ⁽³⁾	11,90	61,31
	Sudeste dos E.U.A ⁽⁴⁾	6,88	151,98		Sudeste dos E.U.A ⁽⁴⁾	15,02	77,38

K/Ca	Nordeste dos E.U.A ⁽⁴⁾	4,35	96,09	N/S	Nordeste dos E.U.A ⁽⁴⁾	11,45	58,99		
	Havaí ⁽⁵⁾	4,46	98,52		Havaí ⁽⁵⁾	15,20	78,31		
	Nova Zelândia ⁽⁶⁾	6,33	139,83		Nova Zelândia ⁽⁶⁾	11,04	56,87		
	Dakota do Sul ⁽⁷⁾	4,00	88,36		Dakota do Sul ⁽⁷⁾	4,41	74,22		
	Goianésia ⁽⁸⁾	4,73	104,48		Goianésia ⁽⁸⁾	10,71	55,17		
K/Mg	Hidrolândia ⁽²⁾	8,15	100,00	P/Ca	Hidrolândia ⁽²⁾	0,92	100,00		
	Norma Universal ⁽³⁾	9,62	117,99		Norma Universal ⁽³⁾	0,69	74,84		
	Sudeste dos E.U.A ⁽⁴⁾	16,65	204,22		Sudeste dos E.U.A ⁽⁴⁾	0,75	81,34		
	Nordeste dos E.U.A ⁽⁴⁾	9,68	118,73		Nordeste dos E.U.A ⁽⁴⁾	0,64	69,41		
	Havaí ⁽⁵⁾	8,55	104,87		Havaí ⁽⁵⁾	0,72	78,09		
	Nova Zelândia ⁽⁶⁾	13,82	169,51		Nova Zelândia ⁽⁶⁾	0,92	99,78		
	Dakota do Sul ⁽⁷⁾	7,46	91,53		Dakota do Sul ⁽⁷⁾	0,52	56,07		
	Goianésia ⁽⁸⁾	6,38	78,25		Goianésia ⁽⁸⁾	0,37	40,13		
	K/S	Hidrolândia ⁽²⁾	9,21		100,00	P/K	Hidrolândia ⁽²⁾	0,20	100,00
		Norma Universal ⁽³⁾	8,77		95,26		Norma Universal ⁽³⁾	0,17	83,33
Sudeste dos E.U.A ⁽⁴⁾		12,04	130,78	Sudeste dos E.U.A ⁽⁴⁾	0,12		58,82		
Nordeste dos E.U.A ⁽⁴⁾		8,26	89,72	Nordeste dos E.U.A ⁽⁴⁾	0,16		78,43		
Havaí ⁽⁵⁾		9,67	105,04	Havaí ⁽⁵⁾	0,16		78,43		
Nova Zelândia ⁽⁶⁾		8,70	94,50	Nova Zelândia ⁽⁶⁾	0,16		78,43		
Dakota do Sul ⁽⁷⁾		11,63	126,31	Dakota do Sul ⁽⁷⁾	0,13		64,71		
Goianésia ⁽⁸⁾		13,24	143,82	Goianésia ⁽⁸⁾	0,08		39,22		
Mg/S		Hidrolândia ⁽²⁾	1,13	100,00	P/Mg		Hidrolândia ⁽²⁾	1,66	100,00
		Norma Universal ⁽³⁾	0,84	74,40			Norma Universal ⁽³⁾	1,56	93,92
	Sudeste dos E.U.A ⁽⁴⁾	1,06	93,89	Sudeste dos E.U.A ⁽⁴⁾		1,80	108,37		
	Nordeste dos E.U.A ⁽⁴⁾	1,17	103,63	Nordeste dos E.U.A ⁽⁴⁾		1,42	85,49		
	Havaí ⁽⁵⁾	1,18	104,52	Havaí ⁽⁵⁾		1,37	82,48		
	Nova Zelândia ⁽⁶⁾	0,84	74,40	Nova Zelândia ⁽⁶⁾		2,00	120,41		
	Dakota do Sul ⁽⁷⁾	1,43	127,02	Dakota do Sul ⁽⁷⁾		0,99	59,48		
	Goianésia ⁽⁸⁾	2,22	196,63	Goianésia ⁽⁸⁾		0,49	29,50		
	N/Ca	Hidrolândia ⁽²⁾	9,55	100,00		P/S	Hidrolândia ⁽²⁾	1,88	100,00
		Norma Universal ⁽³⁾	6,25	65,47			Norma Universal ⁽³⁾	1,42	75,69
Sudeste dos E.U.A ⁽⁴⁾		8,31	87,05	Sudeste dos E.U.A ⁽⁴⁾	1,61		85,82		
Nordeste dos E.U.A ⁽⁴⁾		5,92	62,02	Nordeste dos E.U.A ⁽⁴⁾	1,27		67,70		
Havaí ⁽⁵⁾		7,04	73,75	Havaí ⁽⁵⁾	1,55		82,62		
Nova Zelândia ⁽⁶⁾		7,96	83,39	Nova Zelândia ⁽⁶⁾	1,28		68,23		
Dakota do Sul ⁽⁷⁾		5,05	52,91	Dakota do Sul ⁽⁷⁾	1,52		81,02		
Goianésia ⁽⁸⁾		3,80	39,81	Goianésia ⁽⁸⁾	1,03		54,90		
N/K		Hidrolândia ⁽²⁾	2,11	100,00					
		Norma Universal ⁽³⁾	1,46	69,37					
	Sudeste dos E.U.A ⁽⁴⁾	1,24	58,80						
	Nordeste dos E.U.A ⁽⁴⁾	1,43	67,80						
	Havaí ⁽⁵⁾	1,60	75,87						
	Nova Zelândia ⁽⁶⁾	1,32	62,59						
	Goianésia ⁽⁸⁾	0,85	40,30						

⁽¹⁾ % em relação as normas de Hidrolândia, ⁽²⁾Walworth & Sumner (1987) ⁽²⁾ Normas do presente trabalho; ⁽²⁾ Elwali et al. 1985 – Normas obtidas a partir de dados de vários países; ⁽³⁾ Walworth & Summer (1987); ⁽⁴⁾Escano et al. (1981); ⁽⁵⁾Cornforth; Steele (1981); ⁽⁶⁾Data et al. (1992); ⁽⁷⁾Cunha (2005)

Houve coincidência de resultados entre todos os autores na relação N/P. Escano et al. (1981) é o que apresenta maior número de relações semelhantes aos desenvolvidos a partir dos dados de Hidrolândia (GO). O N e P são os nutrientes mais empregados em adubação da cultura do milho é tendem a apresentar relações semelhantes em diferentes regiões. Os dados apontam para a necessidade de buscar normas mais regionalizadas, pois as similaridades entre as relações de Cunha (2005) com as do presente trabalho são as menores, apesar de ser desenvolvidas em Goianésia (GO), em solos de cerrado.

As normas desenvolvidas por Cunha (2005) são relativamente baixas para K/Mg, N/Mg, P/Mg e alta para Mg/S. Estes fatos sugerem que no grupo de alta produtividade adotado por Cunha (2005) existe uma alta concentração de Mg foliar. Como pôde ser comprovado, os teores médios das análises foliares para o Mg ($0,54 \text{ dag kg}^{-1}$), são considerados na faixa excessiva, segundo Malavolta et al. (1997). Isto explica em parte as divergências entre as normas de Hidrolândia (GO) e as normas desenvolvidas em Goianésia (GO). Cunha (2005) trabalhou com milho em espaçamento de 0,90 m em condições irrigadas e as normas do presente trabalho foram obtidas para milho adensado, cultivado em espaçamento reduzido, ambos em condições edafoclimáticas

semelhantes. Reforça-se a idéia da não universalidade das normas DRIS. Sugere-se o desenvolvimento de normas locais, inclusive que estas sejam elaboradas para as diferentes condições de cultivo levando-se em conta fatores como irrigação, espaçamento e densidade de plantio.

O método DRIS foi desenvolvido para fornecer um diagnóstico válido sem considerar a idade da planta, a origem do tecido, a cultivar, as condições climáticas e de solo, em função do uso de razões entre os nutrientes.

Normas para solo

Na Tabela 4 são apresentados os valores dos coeficientes de variação obtidos na análise de terra. Para matéria orgânica (MO), B, Ca, Mg e CTC os coeficientes de variação estão abaixo de 35% e acima deste valor para Cu, Fe, Zn, Mn, P, K e S, sendo o P (142,%) e o K (115,34%) os nutrientes que apresentam o maior valor.

No trabalho de Cunha (2005), em solos com teores de argila menores que 40 dag dm^{-3} , no subgrupo de maior produtividade, os teores médios de K ($86,57 \text{ mg dm}^{-3}$), Ca ($2,43 \text{ cmolc dm}^{-3}$), CTC ($7,25 \text{ cmolc dm}^{-3}$), Cu ($1,97 \text{ mg dm}^{-3}$), Mn ($30,51 \text{ mg dm}^{-3}$) apresentaram resultados semelhantes aos encontrados no presente trabalho (Tabela 4).

Tabela 4. Média, coeficiente de variação e desvio padrão para produtividade e para concentrações de nutrientes no solo, na cultura de milho do subgrupo mais produtivo ($>5.000 \text{ kg ha}^{-1}$), na região de Hidrolândia (GO), safra 2003/2004.

Variável	Média	CV%	Desvio Padrão	¹ Razão S^2A/S^2B
MO total (g dm^{-3})	3,08	15,79	0,49	0,02
P Mehlich 1 (mg dm^{-3})	2,71	142,12	3,86	3,61
K (mg dm^{-3})	79,01	115,34	91,13	0,12
Ca (cmolc dm^{-3})	2,62	33,28	0,87	0,12
Mg (cmolc dm^{-3})	0,90	33,92	0,31	0,16
CTC (cmolc dm^{-3})	6,28	15,93	1,00	0,03
S (mg dm^{-3})	5,93	52,73	3,13	0,60
Cu (mg dm^{-3})	1,39	36,20	0,50	0,07
Fe (mg dm^{-3})	37,02	71,99	26,65	0,71
Mn (mg dm^{-3})	31,33	38,42	12,04	0,18
Zn (mg dm^{-3})	3,06	52,39	1,60	0,24
B (mg dm^{-3})	1,39	30,93	0,43	0,13

¹Razão de variância (S^2A/S^2B) entre as populações de baixa (A) e alta produtividade (B)

Beaufils; Sumner (1976) concluíram que o conceito de balanço dos nutrientes ocorre também no solo, sendo observada a validade da aplicação da

referida técnica tanto para solo como para a planta, aumentando assim o campo de atuação do DRIS.

Alguns autores têm obtido resultados satisfatórios com o emprego do DRIS no solo,

como atestam Medal-Johnsen et al.(1975), Evanylo et al. (1987) e Oliveira; Souza (1993). Ferreira, (2002) trabalhando com soja e Cunha (2005) trabalhando milho também usaram os teores de nutrientes no solo para o cálculo do índice DRIS.

Um dos problemas do emprego do DRIS no solo é que algumas variáveis têm valores relativos. Nas plantas, os nutrientes são analisados quanto aos teores totais e representam as concentrações e proporções de nutrientes que desempenham determinadas funções metabólicas. Os resultados de análise de terra, ao contrário, são índices que fornecem referências da resposta da planta à adubação. Para o P, as dificuldades são ainda maiores. O P extraído pelo Mehlich I constitui-se

em um índice, e não a quantidade total de nutriente que é passível de absorção pelas raízes (LEANDRO, 1998).

O uso do DRIS no solo assume importância no manejo da adubação, pois é mais fácil alterar concentrações de nutrientes no solo, mediante a calagem ou adubação, do que alterar as concentrações foliares.

O valor médio das relações binárias entre as variáveis obtidas da análise de terra, o coeficiente de variação, o desvio padrão para as relações (Normas) e a razão entre variâncias das populações de alta e baixa produtividade, são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Normas para as análises de terra utilizadas para o cálculo dos índices DRIS e razões de variâncias do subgrupo mais produtivo ($> 5.000 \text{ kg ha}^{-1}$) da cultura do milho, na região de Hidrolândia (GO), safra 2003/2004.

Variável	Média	CV%	Desvio Padrão	Razão S^2B/S^2A	Variável	Média	CV%	Desvio Padrão	Razão S^2A/S^2B
MO/P	1,137	148,62	11,77	0,90	Ca/CTC	0,417	24,38	0,10	1,30
P/MO	0,880	142,75	1,25	3,51	CTC/Ca	2,397	25,61	0,66	1,96
MO/K	0,039	33,06	0,02	0,99	Ca/Cu	1,885	49,36	1,06	0,72
K/MO	25,653	94,21	23,83	0,18	Cu/Ca	0,531	51,87	0,31	1,70
MO/Ca	1,176	34,40	0,45	1,45	Ca/Fe	0,071	50,89	0,04	1,18
Ca/MO	0,851	31,87	0,27	1,76	Fe/Ca	14,130	82,46	13,21	1,12
MO/Mg	3,422	47,35	1,85	2,22	Ca/Mn	0,084	62,74	0,06	2,36
Mg/MO	0,292	32,79	0,10	1,18	Mn/Ca	11,958	48,80	6,31	1,72
MO/CTC	0,490	17,64	0,09	1,60	Ca/Zn	0,856	58,01	0,61	1,68
CTC/MO	2,039	17,02	0,35	1,66	Zn/Ca	1,168	51,43	0,64	0,91
MO/Cu	2,216	48,76	1,27	0,30	Mg/CTC	0,143	27,45	0,04	1,80
Cu/MO	0,451	45,92	0,22	0,73	CTC/Mg	6,978	44,49	3,51	3,67
MO/Zn	1,007	44,16	0,55	1,49	Mg/Cu	0,647	54,47	0,41	0,31
Zn/MO	0,994	54,39	0,55	1,11	Cu/Mg	1,544	76,68	1,45	1,80
MO/Mn	0,098	63,92	0,08	1,71	Mg/Fe	0,024	54,06	0,02	0,62
Mn/MO	10,172	35,46	3,58	1,19	Fe/Mg	41,133	88,47	44,73	3,07
MO/Fe	0,083	43,62	0,04	0,80	Mg/Mn	0,029	42,25	0,01	1,54
Fe/MO	12,019	74,15	9,22	1,28	Mn/Mg	34,811	44,46	16,38	2,38
P/K	0,034	124,26	0,05	2,01	Mg/Zn	0,294	52,47	0,19	1,27
K/P	29,155	159,84	292,21	1,10	Zn/Mg	3,400	56,30	2,09	4,33
P/Ca	1,034	136,27	1,38	1,21	CTC/Cu	4,518	43,30	2,26	0,36
Ca/P	0,967	157,94	10,21	1,26	Cu/CTC	0,221	39,90	0,09	0,62
P/Mg	3,011	166,32	5,46	9,00	CTC/Fe	0,170	42,42	0,09	1,04
Mg/P	0,332	162,69	3,67	0,78	Fe/CTC	5,895	73,24	4,46	1,00
P/CTC	0,432	134,93	0,56	2,53	CTC/Mn	0,200	65,48	0,16	1,63
CTC/P	2,317	151,88	25,12	0,94	Mn/CTC	4,989	41,23	2,07	1,36
P/Cu	1,950	122,17	2,30	2,62	CTC/Zn	2,052	47,55	1,21	1,74
Cu/P	0,513	167,38	5,96	1,55	Zn/CTC	0,487	50,23	0,25	1,03
P/Fe	0,073	157,24	0,14	1,40	Cu/Zn	0,454	66,31	0,37	1,55
Fe/P	13,661	248,11	295,28	1,77	Zn/Cu	2,201	47,44	1,13	1,24
P/Mn	0,086	163,56	0,16	3,23	Cu/Fe	0,038	41,93	0,02	0,88
Mn/P	11,561	168,25	125,20	0,73	Fe/Cu	26,633	48,21	13,55	1,43
P/Zn	0,886	143,36	1,37	1,47	Cu/Mn	0,044	99,10	0,06	1,53
Zn/P	1,129	145,85	9,05	1,03	Mn/Cu	22,540	55,10	14,66	0,59
K/Ca	30,156	111,51	36,33	0,11	Zn/Fe	0,083	67,24	0,07	1,36
Ca/K	0,033	44,55	0,02	0,42	Fe/Zn	12,098	82,52	13,07	2,13

K/Mg	87,789	104,58	104,97	0,87	Mn/Zn	10,239	59,92	7,30	1,08
Mg/K	0,011	43,36	0,01	0,87	Zn/Mn	0,098	62,36	0,07	1,87
K/CTC	12,581	96,54	11,97	0,13	Fe/Mn	1,182	115,15	1,84	2,28
CTC/K	0,079	31,67	0,03	0,83	Mn/Fe	0,846	48,99	0,50	1,00
K/Cu	56,842	116,02	72,50	0,14	B/Mg	1,544	67,49	1,23	1,13
Cu/K	0,018	43,76	0,01	0,71	Mg/B	0,647	58,37	0,43	1,69
K/Fe	2,134	107,65	2,73	0,16	B/CTC	0,221	35,55	0,08	0,80
Fe/K	0,469	83,71	0,50	0,52	CTC/B	4,518	48,98	2,51	0,49
K/Mn	2,522	104,04	3,24	0,71	B/Cu	1,000	46,28	0,52	1,98
Mn/K	0,397	49,27	0,24	1,04	Cu/B	1,000	53,54	0,60	0,87
K/Zn	25,820	111,40	34,73	0,38	B/Zn	0,453	55,32	0,31	2,23
Zn/K	0,039	63,64	0,03	0,45	Zn/B	2,201	65,24	1,56	0,55
Ca/Mg	2,911	45,33	1,45	5,81	B/P	3,500	158,21	5,53	1,53
Mg/Ca	0,344	34,06	0,12	1,68	P/B	2,12	159,26	3,37	1,11

⁽¹⁾ P, K, S, Cu, Fe, Mn, Zn B expressos em mg dm⁻³; Ca, Mg, CTC expressos em cmol_c dm⁻³ e MO expressa em dag kg⁻¹; ⁽²⁾Razão de variância (S²A/S²B) entre as populações de baixa (A) e alta produtividade (B);

Pelos resultados obtidos na população de alta produtividade (Tabelas 4 e 5) observa-se valores de Ca igual a 2,62 cmol_c dm⁻³ e Mg igual a 0,90 cmol_c dm⁻³, teores considerados adequados conforme faixa de suficiência descrita por Souza; Lobato (2004). A relação Ca:Mg foi de 2,91. Segundo Silva (1980) os melhores rendimentos de matéria seca de milho foram obtidos com a relação 3:1 em solos com 60 e 70 % da CTC saturada com Ca. Entretanto, Quaggio et al. (1985) observaram que o milho respondeu igualmente à aplicação de calcários com diferentes teores de magnésio. Concluíram que aparentemente, o milho é pouco sensível às variações na relação Ca:Mg do solo e essas devem afetar a produção apenas se atingirem valores extremos ou se um dos elementos estiver

presente em concentrações muito baixas no solo.

CONCLUSÕES

Foram encontradas divergências entre as normas de folha desenvolvidas na região de Hidrolândia (GO) e as desenvolvidas em outras localidades.

O uso de normas de outras regiões levou a diagnósticos de deficiência e excesso diferentes daqueles encontrados com os dados da região de Hidrolândia (GO).

Pelos resultados verificou-se a importância de obtenção de normas regionais e específicas para as condições de cultivo.

ABSTRACT: The diagnosis of nutritional status of a plant or a crop depends upon of referential standards. This work had the aim to obtain standard values (local norms) for nutrient rations, rather than the nutrient itself, from high yielding populations to serve as reference in corn crop planted in 0.45 m row spacing. Soil and leaves samples were collected and grain yield were evaluated in a commercial crop in order to diagnostic the limiting nutrients, deficiency or excess, on corn planted in 0.45 m row spacing, at Hidrolândia, Goiás With the results of the analyses of corn leaves and soil, the population was divided in low and high yielding groups. DRIS norms were established using a yield of 5000 kg ha⁻¹ to divide the data set into high and low yield subpopulations. The locally calibrated norms used to evaluate the nutritional status of the corn, from the leaves analysis, were compared to the others authors in several places. The geographic differences in DRIS norms were identified.

PALAVRAS-CHAVE: Nutrient balance. *Zea mays* L.. DRIS.

REFERÊNCIAS

- ANDREW, C. S. Problems in the use of chemical analysis for diagnosis of plant nutrient deficiencies. **Journal of the Australian Institute of Agricultural Science**, v. 34, p. 154-162. 1968.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORNSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 6, n. 1, p. 71-78, 2001.

BATAGLIA, O. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; FURLANI, A. M. C.; GALLO, J. R. **Análise química de plantas**. Campinas. Instituto Agrônômico, 1978. 31p. (Boletim Técnico, 87).

BEAUFILS, E. R.; SUMNER, M. E. Application of the DRIS approach for calibrating soil and plant factors in their effects on yield of sugarcane. **Proceedings of South African Sugar Technology Association**, v. 50, p. 118-124, 1976.

BEAUFILS, E. R. **Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). A general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition**. University of Natal. Soil Science. 1973. (Bulletin, 1).

BEAUFILS, E. R. Physiological diagnosis: a guide for improving maize production based on principles developed for rubber trees. **Fertilizer Society of South African Journal**, v. 1, p. 1-30, 1971.

BEVERLY, R. B. SUMNER, M. E.; LETZSCH, W. S.; Plank, C.O. Foliar diagnosis of soybean by DRIS. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 17, p. 237-256, 1986.

CORNFORTH, I. S.; STEELE, K. W. Interpretation of maize leaf analysis in New Zealand. **New Zealand Journal of Experimental Agriculture**. Wellington, v. 9, n.1, p. 91-96 1981.

CUNHA, P. P.; **Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) para a cultura do milho (*Zea mays* L.) na região de Goianésia, Goiás**. 2005. 130 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2005.

DARA, S. T.; FIXEN; P. E.; GELDERMAN, R. H. Sufficiency level and diagnosis and recommendation integrated system approaches for evaluating the nitrogen status of corn. **Agronomy Journal**, v. 84, p.1006-1010, 1992.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de Métodos de Análise do Solo**. 2 ed. Atualizada. Rio de Janeiro, 1997.

ELWALI, A. M, GASCHO, G. J.; SUMNER, M. E. DRIS norms for 11 nutrients in corn leaves. **Agronomy Journal**. v. 77, p. 506-508, 1985.

ESCANO, C. R.; JONES, C. A.; UEHARA, G. Nutrient diagnosis in corn grown on Hydric Dystrandepts: II. Comparison of two systems of tissue diagnosis. **Soil Science Society of America Journal**, v. 45, p. 1140-1144, 1981.

EVANYLO, G. K.; SUMNER, M. E.; LETZSCH, W. S. Preliminary development and testing of DRIS soil norms for soybean production. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 18, p. 1355-1377, 1987.

DUARTE, J. O; CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J. Economia da Produção
<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/economiadaprodu.htm>> Acesso em: 9 fev. 2007.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cultivo do milho. Sistemas de Produção 1: Londrina: EMBRAPA,2004. 242p.

FERREIRA, S. M. **Limitadores nutricionais da produtividade de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] no sistema de plantio direto na região de Rio Verde – Goiás**. 78 folhas. Dissertação (Mestrado). Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2002.

FREUND, R.J.; LITTELL, R. C. **Sas for linear models**, 1981. Edition, Cary, SAS Institute Inc. 1981. 231p.

- LEANDRO, W.M. **Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) para a cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill) na região de Rio Verde-GO**. 1998. 157f. Tese (Doutorado em Agronomia, Produção Vegetal) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1998.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. ; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba**. Potafos, 1997. 319p.
- MELDAL-JOHNSEN, A.; SUMNER, M.E.; BEAUFILS, E.R. Applications of a Beaufil's Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) to potatoes. I. Soil Calibration. **Proc. Soil Sci. South Africa**, v. 6, p. 91-99, 1975.
- QUAGGIO, J. A.; RAMOS, V. J.; BATAGLIA, O. C.; RAIJ, B. SAKAI, M. Calagem para a sucessão batata-triticale-milho usando calcários com diferentes teores de magnésio. **Bragantia**, Campinas, v. 44 p. 391-406, 1985.
- OLIVEIRA, S. A.; SOUZA, D. M. G. Uso do DRIS modificado na interpretação de análise de solo para a soja no leste do Mato Grosso. In: **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 24^o, Anais, Goiânia, 1993, Goiânia, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. 83-84.
- RAIJ, B. V.; BATAGLIA, O. C. Análises de laboratório In: OLIVEIRA, A. J.; GARRIDO, W. E.; ARAUJO, J. D. ; LOURENÇO, S. (Coord.). **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: EMBRAPA-SEA, 1991, 392p (EMBRAPA-SEA. Documentos, 3)
- SILVA, A. K. Redução do espaçamento entre linhas na cultura do milho. In: **Reunião Técnica Catarinense de Milho e Feijão**, 5., 2005, Chapecó, SC. Resumos Expandidos... Chapecó: EPAGRI-CEPAF, 2005. p. 27-30.
- SILVA, J. E. Balanço de cálcio e magnésio e desenvolvimento de milho em solos de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**.v. 15, p. 329-333, 1980.
- SLAFFER, G. A.; OTEGUI, M. Is there a niche for physiology in future genetic improvement of maize yields? In: SLAFFER, G. A.; OTEGUI (Eds.). **Physiological bases for maize improvement**. New York: Haworth Press, 2000. cap. 1, p.1-14.
- SUMNER, M. E. Interpretation of nutrient rations in plant tissue. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**. v. 9, n. 4, p. 335-345. 1978.
- SUMNER, M. E. Preliminary N, P, and K foliar diagnostic norms for soybeans. **Agronomy Journal**, v. 69, p. 226-230, 1977.
- TOLLENAAR, M.; McCULLOUGH, D. E.; DWYER, L. M. Physiological basis of the genetic improvement of corn. In: SLAFFER, G.A. **Genetic improvement of field crops**. New York: Marcel Dekker, 1994. cap. 4, p. 183-236.
- WALWORTH, J. L.; SUMNER, M. E. The diagnosis and recommendation system (DRIS). **Advance in Soil Science**, v. 6, p. 149-188, 1987.