

**INFLUÊNCIA DA RELAÇÃO $K/(Ca + Mg)$ DO SOLO NA PRODUÇÃO
DE MATÉRIA SECA E NA ABSORÇÃO DE POTÁSSIO
POR GRAMÍNEA E LEGUMINOSA FORRAGEIRAS.**

LEONARDO THEODORO BÜLL

Orientador: Prof. Dr. FRANCISCO DE ASSIS FERRAZ DE MELLO

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura «Luiz de Queiroz», da
Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Doutor em
Agronomia, área de concentração: Solos
e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Abril, 1986

A minha mãe Tereza e meus sogros Antonio e Dirce
A minha irmã Simone e "irmãos" Júlio e Ricardo

O F E R E Ç O

A minha esposa Marilena e
meus filhos Júlio César e Luiz Fernando

D E D I C O

Expresso minha gratidão às instituições e pessoas que de uma forma ou outra permitiram a realização deste trabalho e em especial:

- Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu-UNESP e Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP que possibilitaram a minha participação no curso de Pós-Graduação.
- Prof. Dr. Francisco de Assis Ferraz de Mello, pela orientação desta pesquisa.
- Prof. Dr. Edmir Soares, pelo acompanhamento constante na realização deste trabalho.
- Todos os colegas do Departamento de Ciências do Solo, em especial aos Profs. Antonio Enedi Boaretto, Júlio Nakagawa e Sérgio Lázaro de Lima, pelo apoio e incentivos constantes na realização deste trabalho.
- Sr. Fred Kozo Yamamoto, pelo inestimável auxílio nas análises químicas de solos e plantas.
- Prof^a Dr^a Martha Maria Mischan, pela orientação na análise estatística dos dados.
- Srs. Jorge Baldini, Lúcia Muniz, José Carlos De Pieri, Noel Batista, Dair Vieira, Benedito Heliodoro e Álvaro José Benedito Sobrinho, funcionários do Departamento de Ciências do Solo, pelo auxílio na obtenção dos dados.
- Sr. José Garcia Honório Pires, pelos trabalhos datilográficos.
- Sr. Roberto Carvalho Prado, pelos trabalhos de desenho.

- Convênio CAPES/PICD-UNESP, na pessoa do Prof. Dr. Widsney - Alves Ferreira, pela concessão de bolsas-de-estudo, facilitando sobremaneira a realização do curso de Pós-Graduação.

ÍNDICE

	PÁG.
RESUMO	xix
SUMMARY	xxii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Absorção de potássio em função do tipo de planta	4
2.2. Absorção de potássio em função do equilí- brio catiônico no complexo de troca do solo	9
2.3. Absorção de potássio em função do equilí- brio catiônico na solução do solo	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1. Localização dos ensaios	19
3.2. Solos utilizados	19
3.3. Caracterização física, química e mineraló- gica dos solos	20
3.3.1. Análises granulométricas	20
3.3.2. Análises químicas iniciais	21
3.3.3. Caracterização mineralógica	21

	PÁG.
3.4. Delineamento experimental e análise estatística	23
3.5. Instalação e condução dos experimentos	24
3.6. Análises químicas dos solos	28
3.7. Análises químicas do material vegetal	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1. Absorção de potássio em função do tipo de planta	32
4.1.1. Potássio na matéria seca	32
4.1.2. Cálcio+magnésio na matéria seca	40
4.2. Absorção de potássio em função da relação K/(Ca+Mg) no solo	46
4.2.1. Absorção de potássio em função da relação K/(Ca+Mg) no complexo de troca do solo	49
4.2.2. Absorção de potássio em função da relação K/(Ca+Mg) na solução do solo	62
4.3. Influência da relação K/(Ca+Mg) do solo na produção de matéria seca	70
4.3.1. Gramíneas	70
4.3.2. Leguminosas	77

5. CONCLUSÕES	84
LITERATURA CITADA	86
APÊNDICE	99

LISTA DE QUADROS

	PÁGINA
QUADRO 1 - Caracterização química, física e mineralógica dos solos estudados	22
QUADRO 2 - Níveis que deveriam ser atingidos e quantidades que foram adicionadas em função da relação $K/(Ca+Mg)$, de: porcentagem de saturação de K na CTC, emg K/100 g TFSA, mg de KCl/vaso, para os solos LVa e LR	25
QUADRO 3 - Teores de K^+ , Ca^{+2} e Mg^{+2} extraídos com solução de HNO_3 0,05N, relações Ca/Mg e $K/(Ca+Mg)$ atingidos para os solos LVa e LR. Dados obtidos a partir de 8 repetições	28
QUADRO 4a- Valôres de F na análise de variância dos resultados obtidos de potássio na matéria seca das culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC), nos 3 cortes. Solo - LVa	33
QUADRO 4b- Valôres médios de potássio na matéria seca (emg K/100g M.S.) das culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada(GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC), nos 3 cortes. Solo - LVa	34

- QUADRO 5a- Valores de F na análise de variância dos resultados obtidos de potássio na matéria seca das culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC) , nos 3 cortes. Solo - LR 35
- QUADRO 5b- Valores médios de potássio na matéria seca (emg K/100 M.S.) das culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada(LC) nos 3 cortes. Solo - LR 36
- QUADRO 6a- Valores de F na análise de variância dos resultados obtidos de cálcio+magnésio na matéria seca das culturas de gramínea - isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada(LC), nos 3 cortes. Solo - LVa 41
- QUADRO 6b- Valores médios de cálcio+magnésio na matéria seca (emg(Ca+Mg)/100g M.S.) das culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC) , nos 3 cortes . Solo LVa 42
- QUADRO 7a- Valores de F na análise de variância dos resultados obtidos de cálcio+magnésio na matéria seca das culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada(LC), nos 3 cortes. Solo - LR 43

- QUADRO 7b- Valores médios de cálcio+magnésio na matéria seca (emg(Ca+Mg)/100g M.S.) das culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC), nos 3 cortes. Solo LR 44
- QUADRO 8 - Equações de regressão e coeficientes de correlação (r) e determinação (r^2) obtidos entre a variável independente K na matéria seca (média dos 3 cortes - \bar{K}) e a variável dependente (Ca+Mg) na matéria seca (média dos 3 cortes - $(\overline{Ca+Mg})$), para as culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC), para os 2 solos. (n = 12)..... 47
- QUADRO 9a- Valores de F na análise de variância - dos resultados obtidos de K/(Ca+Mg) na matéria seca das culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC), nos 3 cortes. Solo - LVa 51
- QUADRO 9b- Valores médios de relação K/(Ca+Mg) na matéria seca (emg K/emg(Ca+Mg)/100g M.S) das culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC), nos 3 cortes. Solo - LVa 52

QUADRO 13b-	Valôres médios de produção de matéria - seca (g/vaso) para as culturas de gramí nea isolada (GI) e consorciada (GC) - So lo LVa	72
QUADRO 14a-	Valôres de F na análise de variância - dos resultados obtidos de produção de matéria seca, para as culturas de gramí nea isolada (GI) e consorciada (GC), nos 3 cortes, solo - L R	73
QUADRO 14b-	Valôres médios de produção de matéria seca (g/vaso) para as culturas de gramí nea isolada (GI) e consorciada (GC) - So lo LR	74
QUADRO 15a-	Valôres de F na análise de variância dos resultados obtidos de produção de maté- ria seca para as culturas de leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC), nos 3 cortes - Solo LVa	78
QUADRO 15b-	Valôres médios de produção de matéria seca (g/vaso) para as culturas de legu- minosa isolada (LI) e consorciada (LC) Solo - LVa	79
QUADRO 16a-	Valôres de F na análise de variância - dos resultados obtidos de produção de matéria seca, para as culturas de legu- minosa isolada (LI) e consorciada (LC), nos 3 cortes - Solo LR.....	80

- QUADRO 16b- Valores médios de produção de matéria -
seca (g/vaso) para as culturas de legu-
minosa isolada (LI) e consorciada (LC)
Solo - LR 81
- QUADRO 17a- Valores originais, usados nas análises
de regressão, de relação $K/(Ca+Mg)$ no
solo, potencial de potássio ($pk - 0,5p$
 $(Ca+Mg)$), potássio na matéria seca (mé-
dia dos 3 cortes - \bar{K}), cálcio e magnésio
na matéria seca (média dos 3 cortes - \bar{Ca}
 $+ \bar{Mg}$), relação $K/(Ca+Mg)$ na matéria se-
ca e produção de matéria seca, para a
cultura de gramínea isolada (GI) - Solo
LVa 100
- QUADRO 17b- Valores originais, usados nas análises
de regressão, de relação $K/(Ca+Mg)$ no
solo, potencial de potássio ($pk - 0,5p$
 $(Ca+Mg)$), potássio na matéria seca (mé-
dia dos 3 cortes - \bar{K}), cálcio e magnésio
na matéria seca (média dos 3 cortes - \bar{Ca}
 $+ \bar{Mg}$), relação $K/(Ca+Mg)$ na matéria se-
ca e produção de matéria seca, para a
cultura de gramínea consorciada (GC)... 101
- QUADRO 17c- Valores originais, usados nas análises
de regressão, de relação $K/(Ca+Mg)$ no
solo, potencial de potássio ($pk - 0,5p$
 $(Ca+Mg)$), potássio na matéria seca (mé-
dia dos 3 cortes - \bar{K}), cálcio e magnésio
na matéria seca (média dos 3 cortes - \bar{Ca}
 $+ \bar{Mg}$), relação $K/(Ca+Mg)$ na matéria se-

	ca e produção de matéria seca, para a cultura de leguminosa isolada (LI)	102
QUADRO 17d-	Valôres originais, usados nas análises de regressão, de relação $K/(Ca+Mg)$ no solo, potencial de potássio ($pk - 0,5 p(Ca+Mg)$), potássio na matéria seca (média dos 3 cortes - \bar{K}), cálcio e magnésio na matéria seca (média dos 3 cortes - $\overline{Ca + Mg}$), relação $K/(Ca+Mg)$ na matéria seca e produção de matéria seca, para a cultura de leguminosa consorciada(LC)..	103
QUADRO 18a-	Valôres originais, usados nas análises de regressão, de relação $K/(Ca+Mg)$ no solo, potencial de potássio ($pk - 0,5 p(Ca+Mg)$), potássio na matéria seca (média dos 3 cortes - \bar{K}), cálcio e magnésio na matéria seca (média dos 3 cortes - $\overline{Ca + Mg}$), relação $K/(Ca+Mg)$ na matéria seca e produção de matéria seca, para a cultura de gramínea isolada (GI) - Solo LR	104
QUADRO 18b-	Valôres originais, usados nas análises de regressão, de relação $K/(Ca+Mg)$ no solo, potencial de potássio ($pk - 0,5 p(Ca+Mg)$), potássio na matéria seca (média dos 3 cortes - \bar{K}), cálcio e magnésio na matéria seca (média dos 3 cortes - $\overline{Ca + Mg}$), relação $K/(Ca+Mg)$ na matéria seca e produção de matéria seca, para a cultura de gramínea consorciada(GC) -Solo LR	105

QUADRO 18c- Valores originais, usados nas análises de regressão, de relação $K/(Ca+Mg)$ no solo, potencial de potássio ($pk - 0,5p(Ca+Mg)$), potássio na matéria seca (média dos 3 cortes - \bar{K}), cálcio e magnésio na matéria seca (média dos 3 cortes - $\overline{Ca + Mg}$), relação $K/(Ca+Mg)$ na matéria seca e produção de matéria seca, para a cultura de leguminosa isolada (LI) - Solo LR	106
QUADRO 18d- Valores originais, usados nas análises de regressão, de relação $K/(Ca+Mg)$ no solo, potencial de potássio ($pk - 0,5p(Ca+Mg)$), potássio na matéria seca (média dos 3 cortes - \bar{K}), cálcio e magnésio na matéria seca (média dos 3 cortes - $\overline{Ca + Mg}$), relação $K/(Ca+Mg)$ na matéria seca e produção de matéria seca, para a cultura de leguminosa consorciada (LC) - Solo LR	107

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
FIGURA 1 - Relação entre K e (Ca+Mg) na matéria seca para as culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC), para os solos LR e LVa	48
FIGURA 2a- Produção total de matéria seca e $K/(Ca+Mg)$ na matéria seca em função da relação $K/(Ca+Mg)$ no solo, para as culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC). Solo LVa	59
FIGURA 2b- Produção total de matéria seca e $K/(Ca+Mg)$ na matéria seca em função da relação $K/(Ca+Mg)$ no solo, para as culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC). Solo LR	61
FIGURA 3a- Relação $K/(Ca+Mg)$ na matéria seca em função do potencial de potássio para as culturas de gramínea isolada e consorciada e leguminosa isolada e consorciada, nos 3 cortes - Solo - LVa	64

- FIGURA 3b- Relação $K/(Ca+Mg)$ na matéria seca em função do potencial de potássio para as culturas de gramínea isolada e consorciada e leguminosa isolada e consorciada, nos 3 cortes - Solo - LR 66
- FIGURA 4 - Evolução dos valores de potencial de potássio ($pk-0,5 p(Ca+Mg)$) nas diferentes - relações $K/(Ca+Mg)$ e nos dois solos, em função dos sucessivos cortes, para as - culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC) 68

INFLUÊNCIA DA RELAÇÃO $K/(Ca + Mg)$ DO SOLO NA PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA E NA ABSORÇÃO DE POTÁSSIO POR GRAMÍNEA E LEGUMINOSA FORRAGEIRAS.

LEONARDO THEODORO BÜLL

Prof.Dr. Francisco de Assis Ferraz de Mello
- orientador -

R E S U M O

O presente trabalho foi planejado e conduzido com a finalidade de verificar a influência de diferentes relações $K/(Ca + Mg)$ do solo, na produção de matéria seca e na absorção de K em relação a $Ca + Mg$ por uma gramínea - capim colômbio - variedade Tobiatã (Panicum maximum, Jacq.) e uma leguminosa - soja perene comum (Glycine wightii, Willd), cultivadas isoladamente e em consorciação; verificar a influência do potencial de potássio ($p_k - 0,5p(Ca+Mg)$) do solo na absorção de K em relação a $Ca+Mg$ pelas forrageiras; e estabelecer relações nutricionais entre os níveis de K e de $Ca+Mg$ do solo para o melhor desenvolvimento das forrageiras cultivadas isoladamente e em consorciação.

O estudo consistiu da instalação de dois experimentos em casa de vegetação, em vasos plásticos com capacidade de 10,0

litros, utilizando-se de amostras superficiais de dois solos, um Latossolo Roxo álico, classe textural argila e um Latossolo Vermelho Amarelo-fase arenosa classe textural areia franca, ambos apresentando acidez elevada e baixos níveis de Ca, Mg e K. Os experimentos foram conduzidos obedecendo-se um delineamento inteiramente casualizado, num esquema fatorial 4x6, envolvendo, para cada solo, 4 culturas e 6 relações $K/(Ca + Mg)$ (1/32,5; 1/25; 1/17,5; 1/12,5; 1/7,5 e 1/5 no LVa e 1/65; 1/50; 1/35; 1/20; 1/12,5 e 1/7,5 no LR). Para que essas relações fossem atingidas, os solos receberam quantidades determinadas de cloreto de potássio, carbonato de cálcio e carbonato de magnésio, todas drogas pró-análise e deixados em incubação por um período de 30 dias, após o qual procedeu-se ao plantio das forrageiras.

Após as plantas atingirem um estágio de desenvolvimento considerado ideal, eram cortadas, pesadas e analisadas quimicamente, determinando-se os teores de K, Ca e Mg na matéria seca; estas operações foram repetidas por 3 vezes, o número total de cortes. Por ocasião de cada corte foram retiradas amostras de solo de cada vaso, para determinação do potencial de potássio.

Os dados obtidos permitiram observar que tanto as culturas de gramínea como as de leguminosa apresentaram aumentos nos valores da relação $K/(Ca+Mg)$ na matéria seca, proporcionais à elevação dessas relações em ambos os solos, e que a leguminosa apresentou maior absorção de K e de Ca+Mg que a gramínea.

Para as culturas de gramínea isolada e consorciada e leguminosa consorciada, os dados obtidos sugerem que valores de $pK-0,5 p(Ca+Mg)$ maiores que 2,6 indicam deficiência de K em solos.

Dentro dos limites das relações $K/(Ca + Mg)$ no solo utilizados neste trabalho, sugere-se, que quanto maior o valor dessa relação, maior será o desenvolvimento das culturas de gramínea, enquanto para a leguminosa em cultivo isolado, relações $K/(Ca + Mg)$ no solo em torno da variação $1/25 - 1/20$ são as mais apropriadas.

INFLUENCE OF THE RELATION $K/(Ca+Mg)$ OF THE SOIL IN DRY MATTER
PRODUCTION AND POTASSIUM ABSORPTION BY GRASS AND LEGUMINOUS -
FORAGE.

LEONARDO THEODORO BÜLL

Prof. Dr. Francisco de Assis Ferraz de Mello

- Adviser -

S U M M A R Y

The present work was planned and carried out to check the influence of different relations $K/(Ca+Mg)$ of the Soil, in the production of dry matter and in the K absorption in relation to Ca+Mg by a grass - capim colônia - variedade Tobiata (Panicum maximum, Jacq.) and a leguminous-soja perene comum (Glycine wightii, Willd) cultivated isolately and in association; to check the influence of potassium potential ($pk-0,5 p(Ca+Mg)$) of the soil in K absorption in relation to Ca+Mg by forages; and to set nutritional relations between the K and Ca+Mg levels of the soil for the best development of forages cultivated isolately and in association.

The study consisted of two installations of experiments in a greenhouse, in plastic pots with 10 liters of capacity, using superficial samples of two soils, a Latossolic B Terra Roxa (LR) and a Red-Yellow Latosol-sandy phase (LVa), both showing high acidity and shorts levels of Ca, Mg and K. The experiments were conducted following a de-

lineation completely casual, in a factorial scheme 4x6, involving, for each soil, four cultures and six relations $K/(Ca+Mg)$ (1/32,5; 1/25; 1/17,5; 1/12,5; 1/7,5 and 1/5 in LVa and 1/65; 1/50; 1/35; 1/20; 1/12,5 and 1/7,5 in LR). To attain these relations, the soils received determined quantities of potassium chloride, calcium carbonate and magnesium carbonate, all p.a. drugs and left in incubation for a period of thirty days, after that proceeded to forages planting.

After the plants reached a stage of development considered ideal, they were out, weighed and analysed chemically, determining the content of K, Ca and Mg in dry matter. These operations were repeated 3 times, the total number of cuttings. At the time of each cutting, soil samples were taken from each vase, to determine the potassium potential.

The obtained data permitted to observe that both the grass and leguminous cultures showed increases in values of the relation $K/(Ca+Mg)$ in dry matter, proportion to the elevation of these relations in both soils, and that leguminous showed higher absorption affinity of K and Ca+Mg than the grasses.

To the grass isolated and associated cultures and associated leguminous culture, the data suggest that values of $pK-0,5p(Ca+Mg)$ higher than 2,6 indicate K deficiency in soils.

Inside the limits of the relations $K/(Ca+Mg)$ in soils used in this work, it is suggested that the higher the value of this relation, the higher the development of the grasses cultures will be, while to the leguminous in isolated culture, relations $K/(Ca+Mg)$ in soil around the variation 1/25-1/20 are the most appropriated.

1. INTRODUÇÃO

Desde a comprovação de sua essencialidade para o desenvolvimento das plantas, o potássio tem sido objeto de numerosos estudos referentes à nutrição mineral de praticamente todas as plantas cultivadas, incluindo aquelas utilizadas como forrageiras.

Dados registrados pela vasta literatura sobre o assunto demonstram a importância de um adequado equilíbrio entre os três principais cátions trocáveis no solo - potássio, cálcio e magnésio - na absorção dos mesmos pelas plantas e na produção de biomassa. A influência de cálcio e magnésio na absorção de potássio ou a recíproca, na produção da maioria das culturas, é fato sobejamente conhecido. Entretanto, na literatura brasileira poucos são os trabalhos conduzidos com a finalidade de definir a influência da espécie vegetal na absorção de bases trocáveis, principalmente no que diz respeito às espécies de plantas utilizadas como forrageiras; estes estudos se revestem de grande

importância quando enfocados sob o ponto de vista de que o Brasil se situa numa posição de destaque no contexto da pecuária mundial e que a principal fonte de alimento para a população bovina brasileira, são as pastagens constituídas por gramíneas exclusivas ou consorciadas com leguminosas.

Em função da grande diferença existente entre os sistemas radiculares de gramíneas e leguminosas, ocorrem absorções diferenciadas de cátions monovalentes e divalentes por estes dois tipos de plantas, decorrentes em grande parte das diferenças nos valores de capacidade de troca catiônica das raízes, que de forma geral são menores nas gramíneas, proporcionando uma maior eficiência na absorção de potássio por essas plantas em relação às leguminosas, que apresentam maior eficiência na absorção de cálcio e magnésio. Dessa forma, deve existir um equilíbrio entre os níveis de potássio, cálcio e magnésio no solo, ou seja, uma relação $K/Ca+Mg$ ideal para o desenvolvimento dessas plantas principalmente quando sob sistema de cultivo consorciado, no sentido de se evitar um desenvolvimento prejudicado de uma das espécies quando a competição por um desses nutrientes torna-se severa.

Visando principalmente estudar a influência de diferentes proporções de potássio/cálcio e magnésio no desenvolvimento de duas espécies forrageiras, uma gramínea - capim colônião (*Panicum maximum*, Jacq.) - e uma leguminosa - soja perene comum (*Glycine wightii*, Willd), propõe-se para o presente traba

lho os seguintes objetivos:

- a) Verificar a influência de diferentes relações K/Ca+Mg do solo, na produção de matéria seca e na absorção de potássio em relação a cálcio + magnésio por uma gramínea e uma leguminosa forrageiras, cultivadas isoladamente e em consorciação.
- b) Verificar a influência do potencial de potássio do solo na absorção de potássio em relação a cálcio + magnésio pela gramínea e pela leguminosa.
- c) Estabelecer uma relação nutricional entre os níveis de potássio e os níveis de cálcio + magnésio do solo para o melhor desenvolvimento de gramíneas e leguminosas forrageiras cultivadas isoladamente e em consorciação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A habilidade de uma planta para obter quantidades suficientes de potássio ou outro elemento nutriente para um ótimo crescimento não depende apenas da concentração, na forma disponível do elemento no meio de crescimento, mas também de outros fatores que afetam sua absorção. Dentre estes fatores, muitos trabalhos de pesquisa têm evidenciado a importância da influência de outros cátions presentes no meio de crescimento, na absorção de potássio pela planta. De acordo com PIERRE e BOWER (1943) o efeito de outros cátions sobre a absorção de potássio pelas plantas depende de vários fatores, muito dos quais inter-relacionados. Entre estes fatores, a espécie vegetal e o nível de outros cátions em relação a potássio são provavelmente dominantes.

2.1. Absorção de potássio em função da espécie vegetal.

A espécie vegetal apresenta-se como um dos princi

tais fatores que governam a absorção de potássio do solo, em função principalmente das variações que as diferentes espécies vegetais apresentam nos sistemas radiculares, como as que ocorrem entre gramíneas e leguminosas. O alto potencial das gramíneas em relação às leguminosas para explorar o potássio do solo é atribuído por EVANS (1977) aos pelos absorventes que são mais longos e mais numerosos em gramíneas do que em leguminosas.

De acordo com Barber (1979), citado por MENGEL (1982), a relação entre a absorção de potássio por unidade de comprimento radicular e a concentração de potássio no meio de crescimento, é caracterizada por uma curva de saturação, onde se observa que uma leguminosa necessita de uma concentração de potássio disponível no solo cerca de cinco vezes maior do que a gramínea, sendo este um ponto onde pode ocorrer uma competição por potássio em pastagens consorciadas de gramíneas e leguminosas. Se o nível de potássio do solo é suficientemente alto para a leguminosa, esta dificilmente será prejudicada pela gramínea; mas, se o nível de potássio estiver abaixo do ótimo para a leguminosa, a gramínea competirá pelo potássio e a leguminosa sofrerá um suprimento inadequado de potássio. A competição torna-se mais severa com o tempo e, finalmente, a leguminosa tenderá a desaparecer.

Segundo NELSON (1974), o potássio é elemento indispensável para a manutenção das leguminosas nas pastagens. Em um ensaio de campo MONTEIRO et alii (1980) estudaram o efeito da

adubação potássica em capim colônia (*Panicum maximum*) submetido a níveis de nitrogênio, no capim consorciado com leguminosas e em leguminosas em cultivo exclusivo. O teor de potássio no solo era baixo no início do ensaio. No período experimental de um ano, verificou-se que a adubação potássica proporcionou aumentos significativos na produção de matéria seca do capim colônia consorciado com as cinco leguminosas (centrosema, estilossantes, siratro, soja perene comum e galáxia). A porcentagem de leguminosa no "stand" foi aumentada pela adubação potássica. O teor de potássio na forragem sofreu aumentos no capim exclusivo ou consorciado, enquanto nas leguminosas não mostrou variação significativa.

Em um estudo sobre adubação potássica com uma gramínea (*Italian rye grass*) e uma leguminosa (*Red clover*) cultivadas em consorciação, CHEVALIER (1983) não observou qualquer efeito sobre a produção da gramínea, enquanto a produção da leguminosa foi favorecida com a adubação potássica, podendo ter ocorrido uma limitação no desenvolvimento da gramínea devido ao vigoroso desenvolvimento da leguminosa.

STEFFENS e MENGEL (1982), em uma série de experimentos conduzidos em vasos em que estudaram o potencial de absorção de potássio exibido por uma gramínea (*Lolium perene*) e uma leguminosa (*Trifolium pratense*), observaram que a gramínea se apresentou mais eficiente que a leguminosa na absorção de potássio menos disponível do solo (potássio interlamelar, potássio

não trocável). Quando as duas espécies foram cultivadas em solos com potássio menos disponível, a gramínea não revelou em princípio (do 1º ao 7º corte) reduções consideráveis no rendimento - com respeito aos valores da testemunha. Se as duas espécies vegetais eram cultivadas consorciadas, as depressões no rendimento da leguminosa se mostravam particularmente intensas. A leguminosa cultivada junto com a gramínea apresentava um menor conteúdo de potássio do que quando em condições de monocultivo. A gramínea, por sua parte, mostrava uma tendência inversa. Esta constatação indica, ainda segundo STEFFENS e MENGEL (1982), que a gramínea é superior à leguminosa na competição por potássio do solo visto que, durante o período experimental, a proporção da leguminosa no cultivo consorciado diminuiu notavelmente no tratamento com potássio menos disponível do solo. Estas comprovações encontram apoio no trabalho de DUNLOP et alii (1983) que, estudando a regulação de entrada do potássio em raízes de uma gramínea (*Lolium multiflorum* Lam.) e de uma leguminosa (*Trifolium repens* L.), observaram que, quando a competição por potássio era importante, a taxa específica de absorção de potássio correspondente à gramínea era de duas a cinco vezes mais rápida que a taxa correspondente à leguminosa.

A competição por potássio entre gramíneas e leguminosas consorciadas tem sido atribuída à diferença de capacidade de troca catiônica (CTC) das raízes entre os dois grupos de plantas. Por apresentarem baixa CTC das raízes, as gramíneas se

riam mais eficientes na remoção do potássio de solos deficientes nesse elemento, enquanto as leguminosas, com CTC das raízes relativamente mais alta, são geralmente mais eficientes na remoção de cálcio e magnésio do solo (BRAGA e RAMOS, 1978).

Em trabalho visando estudar a relação entre a CTC das raízes de plantas forrageiras e a absorção de nutrientes, RAMOS et alii (1977) observaram que a CTC das raízes das leguminosas *Centrosema pubescens*, *Calopogonium mucunoides*, *Glycine wightii* e *Stylosanthes guyanensis*, com valores de 41,0; 48,0; 62,0 e 48,5 emg/100g M.S. respectivamente, foi mais alta que a CTC das raízes das gramíneas *Panicum maximum*, *Cenchrus ciliaris*, *Hyparrhenia rufa* e *Melinis minutiflora*, com valores de 18,0; 8,8; 17,5 e 18,5 emg/100g M.S. respectivamente. Os resultados deste trabalho mostraram também que a porcentagem de cálcio na matéria seca das gramíneas e das leguminosas foram diretamente proporcionais à CTC das raízes, enquanto as quantidades de potássio absorvido (mg/vaso) diminuíram com o aumento da CTC das raízes. Resultados idênticos foram obtidos por FERREIRA (1984) em trabalho semelhante conduzido com as gramíneas *Panicum maximum* e *Brachia-ria decumbens* e as leguminosas *Centrosema pubescens* e *Macropti-lium atropurpureum*.

Outros trabalhos têm mostrado a relação inversa entre valores de CTC radicular e absorção de potássio e a relação direta entre valores de CTC radicular e absorção de cálcio e magnésio, tais como os realizados por ASHER e OZANNE (1961),

GRAY et alii (1953), MATTSON (1975) e WACQUANT (1977).

De acordo com os resultados de trabalhos de pesquisa relatados na literatura sobre o assunto, pode-se concluir que realmente existem diferenças na absorção de bases trocáveis entre plantas que apresentam diferentes sistemas radiculares, como as gramíneas e leguminosas, e que essas diferenças de absorção podem se traduzir em diferenças na produção de biomassa. Como as gramíneas normalmente se apresentam mais eficientes na absorção de cátions monovalentes, principalmente o potássio, e as leguminosas absorvem com maior intensidade os cátions divalentes, como o cálcio e magnésio, torna-se evidente a importância da existência de um adequado equilíbrio no complexo de troca do solo, entre os três principais cátions absorvidos pelas plantas, potássio, cálcio e magnésio, quando do cultivo dessas espécies, principalmente quando o cultivo é feito na forma consorciada.

2.2. Absorção de potássio em função do equilíbrio catiônico no complexo de troca do solo.

A importância da influência do equilíbrio entre os cátions do solo na produção das culturas foi notada há muitos anos. Em 1919, Ehrenberg atribuiu o fraco desenvolvimento do trigo mourisco ao decréscimo na absorção de potássio em decorrência da aplicação de doses elevadas de calcário aos solos; acreditava este autor que o cálcio apresentava um efeito depressi

vo ou antagônico sobre a absorção de potássio e enfatizou a importância de um apropriado equilíbrio cálcio-potássio na nutrição das plantas. A esta relação entre cálcio e potássio tem-se referido, desde então, como a "lei da potassa-calcário de Ehrenberg" (PIERRE e BOWER, 1943).

O conceito de uma adequada proporção entre os cations que ocupam o complexo de troca do solo, já vem sendo utilizado a algum tempo na interpretação de análise de solos por alguns laboratórios dos Estados Unidos. Este conceito resultou de pesquisas baseadas no trabalho inicial de Bear et alii (1945), conduzidas em solos variando bastante a saturação de cations e registrando tanto as produções como a composição das plantas (McLEAN, 1984). Com base neste trabalho inicial de Bear e colaboradores, foram escolhidas as seguintes saturações de cations - para um solo "ideal": 65% de Ca, 10% de Mg, 5% de K e 20% de H KIEHL (1979), McLEAN (1984), MEHLICH e DRAKE (1969), ROSOLEM et alii (1984), indicando que a resposta a um destes cations depende não só de seu teor absoluto no solo, mas também da sua relação com os demais. Em situações onde estas relações não são obedecidas, existem condições para a ocorrência de deficiência induzida de um dos nutrientes (ROSOLEM et alii, 1984).

SOARES (1975) relata que o efeito antagônico entre os cations cálcio, magnésio e potássio, parece ainda não estar bem nítido, pois de modo geral, tanto o cálcio e magnésio podem deprimir a absorção de potássio, como este também pode depri

mir a absorção dos outros dois cátions pelas plantas, e sob certas condições o cálcio e o magnésio podem ainda estimular a absorção do potássio. Em trabalho de pesquisa conduzido em vasos com dois oxissolos do Estado de São Paulo, envolvendo oito valores da relação Ca/Mg e dois níveis de potássio no solo e utilizando o centeio (*Secale cereale L.*) como planta indicadora, SOARES (1975) observou que houve um efeito antagônico, bem caracterizado, do potássio na absorção do cálcio e do magnésio, e em média, esse efeito foi maior sobre a absorção do cálcio do que sobre a do magnésio. Resultados semelhantes foram observados pelo mesmo autor (SOARES, 1978), em trabalho de pesquisa conduzido com dois oxissolos da Região de Botucatu-SP, envolvendo quatro níveis de potássio no solo e dois valores da relação Ca/Mg no solo e utilizando a soja (*Glycine max (L) Merrill*) como planta indicadora.

DEJOU e MONTARD (1982), estudando durante cinco anos os efeitos da adubação potássica e magnesiana sobre uma cultura de gramínea, observou um acentuado antagonismo entre magnésio e potássio de tal forma que a resposta positiva da adubação magnesiana foi anulada em presença do potássio.

Conduzindo experimento com alface em solução nutritiva com cinco diferentes valores na relação K/Ca (1:1; 1:2; 1:4; 1:6; 1:8), SANCHEZ CONDE (1980) observou ocorrer decréscimos nas relações K/Ca das folhas proporcionais àquelas relações existentes no meio de crescimento, indicando diminuição na ab-

sorção de potássio em função do aumento na concentração de cálcio.

TEWARI et alii (1971) cultivando plantas de ervilhas em solução nutritiva e em mistura de areia e argila, com diferentes relações Ca/Mg e Mg/K, observaram que aumentos na relação Ca/Mg eram acompanhados por decréscimos na absorção de magnésio e potássio pelas plantas. Entretanto, o efeito da elevação nos níveis de potássio foi mais pronunciado sobre a absorção de cálcio e magnésio.

ROSOLEM et alii (1984) conduziram um experimento em vasos com o objetivo de estudar a resposta do sorgo sacarino ao magnésio na presença e ausência de calagem e de adubação potássica. Os resultados obtidos demonstraram que com teores de magnésio no solo variando de 0,15 a 0,52 meq/100 cm³ não houve resposta do sorgo sacarino em termos de produção de colmos; quando a relação Mg/K no solo foi menor que 0,6 ou a relação Ca/K no solo foi menor que 7,4, houve prejuízo na produtividade, em função das menores absorções de Mg e Ca, respectivamente. Observou-se também neste trabalho, que os teores de magnésio no solo não foram afetados pela aplicação do potássio, mas a absorção de magnésio pela planta o foi. Outros autores (RAHMATULLAH e BAKER (1981), STOUT e BAKER (1981) relataram que em determinadas condições a absorção de magnésio pela planta é mais uma função da disponibilidade de potássio do que propriamente da disponibilidade de magnésio.

Outros pesquisadores têm observado manifestações antagônicas do potássio sobre o cálcio e/ou magnésio (MARTIN et alii (1953), YORK et alii (1953), LANGHLIN (1969), MELLO et alii (1966), OMAR e KOBIA (1966), FUZZATTO e FERRAZ (1967) e do cálcio e/ou magnésio sobre o potássio (BOWER e PIERRE (1944), YORK et alii (1953).

Resultados de alguns estudos sobre as interrelações entre potássio/cálcio e magnésio demonstram uma pequena ou nenhuma influência de um desses cátions na absorção de outro, como os de van ITALLIE (1938 e 1948) trabalhando com uma gramínea (*Lolium italicum*) como planta-indicadora; YORK e ROGERS (1947) também com gramínea (Sudan grass) como planta-indicadora, tanto no 1º como no 2º corte; SANTOS e CABRAL (1982) com uma leguminosa (*Trifolium alexandrinum*, L) como planta-indicadora.

2.3. Absorção de potássio em função do equilíbrio catiônico na solução do solo.

A taxa de absorção de ions pela planta é diretamente influenciada pela concentração de elementos nutritivos na solução do solo (MENGEL et alii (1970)). Dessa forma, a importância do balanceamento catiônico não se restringe apenas aos cátions adsorvidos ao complexo de troca dos solos, mas também, e principalmente, aos cátions dissolvidos na solução do solo, pois, segundo SPENCER (1952), a quantidade de um cation adiciona

do que permanece na solução do solo dependerá sobretudo da relativa facilidade de liberação do cátion em questão com respeito à facilidade de liberação de ions complementares competidores. Dentro dessa linha de raciocínio, TISDALE e NELSON (1971) relatam que o relacionamento entre potássio, cálcio e magnésio e a absorção desses cátions pelas plantas envolve o fenômeno conhecido como "efeito do íon complementar"; esse efeito é definido por aqueles autores como a influência de um ion adsorvido sobre a liberação, para a solução do solo, de um outro a partir da superfície trocadora.

De acordo com MEDVEDEVA (1968), muitos autores - têm considerado o problema da influência de cálcio sobre a nutrição potássica das plantas do ponto de vista da relação termodinâmica de cálcio e potássio no sistema "solo \rightleftharpoons solução do solo" ("solução micelar \rightleftharpoons solução intermicelar"). Segundo GAMA (1966), baseado em considerações termodinâmicas, Woodruff, em 1955, sugeriu que a energia livre de troca do cálcio pelo potássio caracterizava o estado do potássio do solo, desde que o cálcio fosse o cátion de troca dominante e o potássio de troca a fonte principal desse elemento. A expressão usada por Woodruff para o cálculo da energia livre de troca é a seguinte:

$$\Delta F = RT \ln \frac{a_K}{\sqrt{a_{Ca}}}$$

em que ΔF (ou $\Delta \bar{G}$) é expresso em calorías por equivalente grama, R é a constante geral dos gases, T é a temperatura absoluta, a_K e a_{Ca} são as atividades do potássio e do cálcio da solução do so

lo. Como relatado por GETHING (1962), além de muitos outros pesquisadores, para fins práticos o magnésio também deve ser considerado na relação $a_K / \sqrt{a_{Ca}}$, em vista da semelhança que os dois cátions exibem nas propriedades de troca. Então a expressão anterior se transforma em:

$$\Delta \bar{G} = RT \ln \left(a_K / \sqrt{a_{Ca + Mg}} \right)$$

Usando-se logarítmo decimal e p para o logarítmo negativo das atividades iônicos, a equação se converte em (FASBENDER e LAROCHE, 1968):

$$\Delta \bar{G} = 1364 \log \left(a_K / \sqrt{a_{Ca + Mg}} \right)$$

ou

$$\Delta \bar{G} = 1364 (p_K - 1/2 p_{Ca + Mg}) ; \text{ à } T = 25^\circ\text{C}.$$

O valor $\Delta \bar{G}$ de um nutriente mede a energia livre do nutriente no solo, determinando a quantidade de trabalho (em cal.) que uma planta tem que fazer para deslocar um equivalente grama de nutriente do solo (ANÔNIMO, S/D). Segundo KHASAWNEH (1971), Woodruff (1955) relatou que os solos são deficientes em potássio quando $\Delta \bar{G}$ for menor que -3500 cal/equivalente; mais tarde, em 1960, Woodruff e Mackintosh sugeriram -4000 cal/equivalente como limite. Barrows et al (1967) relatam que o limite pode ser de -6000 cal/equivalente.

Vários pesquisadores (BECKETT, (S/D); SCHEFFER e ULRICH (1962); BECKETT (1964 a b); BECKETT e CRAIG (1964)) têm -

sugerido apenas o termo final da equação anterior, ou seja, a relação de atividade para o ion potássio da solução, $aK / \sqrt{a(Ca+Mg)}$, ou o seu logarítmo, $pK - 0,5 p(Ca+Mg)$, também denominado potencial potássio-cálcio-magnésio (ARNOLD (1960); BARROWS et alii (1965); DAVIDESCU et alii (1966); ADDISCOTT e TALIBUDEEN (1969); DAVIDESCU e BORLAN (1969); TALIBUDEEN (1974); QUÉMENER (1979)) como uma indicação satisfatória da disponibilidade imediata de potássio às plantas. De acordo com MEDVEDEVA (1968), o potencial de potássio não indica a quantidade absoluta de potássio disponível no solo, mas fornece uma base para avaliar a intensidade de movimento de íons potássio da base sólida do solo para a solução do solo, que depende do conteúdo de cálcio (e também de magnésio) do solo. Resultados de pesquisa obtidos por este autor demonstram que, sem afetar o conteúdo de potássio trocável no solo, os sais de cálcio modificam a taxa de seu movimento da forma trocável para a forma solúvel em água, reduzindo-o no caso do carbonato de cálcio e aumentando-o no caso do sulfato de cálcio.

Woodruf (1955) citado por FASSBENDER e LAROCHE (1968), relata que valores de $pK - 0,5 pCa$ entre 1,8 a 2,2 representam equilíbrio adequado entre cálcio e potássio para a nutrição de plantas. Valores maiores que 2,6 são associados com deficiência de potássio e valores menores que 1,5 são associados com absorção excessiva de potássio ou deficiência de cálcio.

O potencial de potássio é considerado como um importante parâmetro relacionado com a disponibilidade de potássio

para as plantas. Vários pesquisadores têm encontrado boas relações entre potássio absorvido pelas plantas ou produção e o potencial de potássio do solo.

Usando cultura em vasos, nos quais apenas os teores de potássio do solo foram intencionalmente variados, ARNOLD et alii (1968) encontraram valores de coeficientes de correlação altamente significativos entre potencial de potássio e o teor de potássio contido em folhas de batata. Resultados semelhantes foram observados por ACQUAYE (1973) em 48 solos representativos de Ghana, e utilizando, como plantas-indicadoras, *Phaseolus mungo*, milho e *Sorghum vulgare* em cultivos sucessivos; por FASSBENDER (1972) em 49 solos da América Central e utilizando plantas de tomate; SIMONIS (1982) com 30 solos da Grécia e utilizando uma graminha como planta-teste; por GRAHAM e FOX (1971) utilizando o milho; por ACQUAYE et alii (1967) em 14 solos de Ghana utilizando aveia e por ZANDSTRA e MACKENZIE (1968) em solos canadenses utilizando aveia, cevada e milho.

Alguns pesquisadores, realizando trabalhos com cultivos sucessivos visando o esgotamento das reservas potássicas de solos, encontraram correlações significativas entre potencial de potássio e potássio absorvido por plantas-teste apenas na primeira colheita: BARROWS et alii (1965) em solos australianos com e sem aplicação de potássio e utilizando trevo-subterrâneo e NASH (1971) em solos americanos utilizando o girassol.

Em solos brasileiros alguns trabalhos mostram ha

ver significância na relação entre potencial de potássio e os teores de potássio absorvidos ou produção. BRAGA (1972) trabalhando com 21 solos de Minas Gerais observou existir correlação significativa entre potencial de potássio e potássio absorvido e com o crescimento relativo de plantas de painço. BULL (1983) trabalhando com 5 solos do Estado de São Paulo, observou existir correlação altamente significativa entre potencial de potássio e potássio absorvido por plantas de soja; entretanto não observou significância quando o parâmetro analisado foi a produção de matéria seca.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo consistiu da instalação de dois ensaios em casa de vegetação, em vasos plásticos com capacidade de 10,0 litros, utilizando-se dois solos - um arenoso e um argiloso - e duas espécies forrageiras - uma gramínea e uma leguminosa.

3.1. Localização dos ensaios

Os ensaios foram instalados e conduzidos em casa de vegetação no Departamento de Ciências do Solo da Faculdade de Ciências Agronômicas - "Campus" de Botucatu - UNESP, Estado de São Paulo.

3.2. Solos utilizados

Foram utilizadas amostras superficiais de dois solos da Região de Botucatu, de diferentes classes texturais, ambos de baixa fertilidade e com acidez elevada. Um pertencendo ,

segundo CARVALHO et alii (1983), ao Grande Grupo Latossolo Roxo (LR), álico, classe textural argila, Unidade Túnel, coletado na Estação Experimental "Presidente Médici"; o outro pertencendo , segundo AVELAR (1971), ao Grande Grupo Latossolo Vermelho Amarelo-fase arenosa, classe textural areia franca, coletado na Estação Experimental de São Manuel. Ambas as estações experimentais pertencem à Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu-UNESP.

Estes solos foram selecionados para este estudo, por apresentarem baixos níveis em potássio, cálcio e magnésio , enquadrando-se portanto, nas condições ideais para um estudo de variações nas relações entre bases trocáveis.

Após secos, os solos foram passados em peneira - de malha de 4,0 mm, e colocados nos vasos plásticos para o ensaio em casa de vegetação.

3.3. Caracterização física, química e mineralógica dos solos.

3.3.1. Análises granulométricas

As análises granulométricas dos solos utilizados foram executadas de acordo com a metodologia empregada no Laboratório de Física de Solos da Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu-UNESP.

A dispersão foi feita com hexametafósfato de sódio e agitação lenta por 10 minutos seguida de agitação em alta

rotação (12000 rpm) por 5 minutos. A fração areia foi separada utilizando-se de peneira e a fração argila por meio de pipeta. O silte foi determinado por diferença

Os resultados encontram-se no quadro 1.

3.3.2. Análises químicas iniciais

As análises químicas iniciais foram executadas com 3 repetições, sendo: a) valor pH determinado em potenciômetro METROHN, com eletrodo de vidro, empregando-se a relação solo: solução 1:2,5 (pH em água); b) matéria orgânica, pelo método de Walkley e Black, descrito em JACKSON (1964); c) hidrogênio + alumínio extraídos com solução de acetato de cálcio 1 N, pH 7,0, fósforo solúvel em H_2SO_4 0,05 N e potássio, cálcio e magnésio trocáveis extraídos com solução de HNO_3 0,05 N (CATANI *et alii*, 1955), e leitura em espectrofotômetro de absorção atômica Perkin Elmer modelo 305 B; d) capacidade de troca catiônica calculada pela soma de bases trocáveis, mais o teor de hidrogênio e alumínio.

Os resultados encontram-se no quadro 1.

3.3.3. Caracterização mineralógica

A caracterização dos minerais de argila dominantes nos solos em estudo foi feita baseando-se em dados de trabalhos de levantamento e classificação de solos da Região de Botu-

QUADRO 1 . Caracterização química, física e mineralógica dos solos estudados.

SOLO	pH em H ₂ O	M.O. %	emg / 100 g T.F.S.A.					V %		
			PO ₄ ³⁻	H ⁺	Al ⁺³	K ⁺	Ca ⁺²		Mg ⁺²	CTC
LVa	4,8	0,97	0,025	1,84	0,88	0,063	0,10	0,03	2,91	6,53
LR	4,9	2,90	0,010	6,64	2,20	0,100	0,44	0,14	9,52	7,14

SOLO	Areia Total	Silte	Argila	Classe Textural
LVa	84,5	2,9	12,6	Areia Franca
LR	17,6	24,0	58,4	Argila

SOLO	Caulinita %	Gibbsita %	Vermiculita %	Amorfos %	Autor
LVa	63,0	3,5	2,1	14,5	AVELAR (1971)
LR	65,6	21,9	n.d.	n.d.	SOARES (1978)

catu.

Os dados encontram-se no quadro 1.

3.4. Delimitação experimental e análise estatística

Foi utilizado um delineamento inteiramente casulizado, num esquema fatorial 6 x 4 (6 relações (K/(Ca + Mg) e 4 culturas) envolvendo 24 tratamentos com 2 repetições, totalizando 48 parcelas para cada solo, seguindo recomendações de MISCHAN^(*).

CAUSAS DE VARIACÃO	GRAUS DE LIBERDADE
Relações (R)	5
Culturas (C)	3
Interação R x C	15
Resíduo	24
Total	47

As análises estatísticas foram executadas com o auxílio de uma calculadora programável SHARP modelo PC-1211 RP utilizando-se de programas já estabelecidos.

(*) M.M. MISCHAN, Deptº de Bioestatística, IBBMA/UNESP, Botucatu, Comunicação pessoal.

3.5. Instalação e condução dos experimentos

A primeira parte dos experimentos consistiu na colocação de 10,0 litros de terra passada em peneira de malha de 4,0 mm em cada vaso e na incubação dos solos com os teores de potássio, cálcio e magnésio já nos níveis desejados.

As quantidades de cálcio e magnésio aplicadas foram calculadas de acordo com a fórmula de necessidade de calagem com base no critério da saturação de bases, preconizada por RAIJ et alii (1985), visando atingir 70% da capacidade de troca catiônica dos solos saturados com cálcio + magnésio na relação $Ca^{+2}:Mg^{+2}$ igual a 4:1, utilizando-se de carbonato de cálcio e carbonato de magnésio, drogas pró-análise.

Os níveis de potássio a serem atingidos foram calculados em função dos teores iniciais de potássio dos solos e porcentagem de saturação atingida com cálcio + magnésio. A aplicação foi feita na forma de solução aquosa de cloreto de potássio, droga pró-análise (Quadro 2).

Após a aplicação das drogas os solos foram umedecidos à aproximadamente 70% da capacidade de campo, seguindo-se um período de incubação de 30 dias, sendo os vasos cobertos com material plástico para evitar perda de água por evaporação.

Fim do período de incubação foram feitas as adubações nitrogenada e fosfatada com o fertilizante fosfato mono-

QUADRO 2 . Níveis que deveriam ser atingidos e quantidades que foram adicionadas em função da relação K/(Ca+Mg), de: porcentagem de saturação de K na CTC, emg K/100g TFSA, e mg de KCl/vaso, para os solos Lva e LR.

Relação K(Ca+Mg)	% de K na CTC a ser atingido	emg K/100 g a		mg KCl/vaso a ser adicionado
		ser atingido	ser adicionado	
1/32,5	2,15	0,063	0	0
1/25,0	2,80	0,081	0,018	178
1/17,5	4,00	0,116	0,053	526
1/12,5	5,60	0,163	0,100	992
1/ 7,5	9,30	0,271	0,208	2064
1/ 5,0	14,00	0,407	0,344	3413
<u>SOLO - Lva</u>				
1/65,0	1,08	0,100	0	0
1/50,0	1,40	0,133	0,033	271
1/35,0	2,00	0,190	0,090	738
1/20,0	3,50	0,333	0,233	1910
1/12,5	5,60	0,533	0,433	3550
1/ 7,5	9,33	0,888	0,788	6461
<u>SOLO - LR</u>				

amônico (MAP), na razão de 120 e 240 ppm de P, respectivamente, para o solo de textura arenosa e argilosa. Antes de se proceder a semeadura foram coletadas amostras de terra de cada vaso para posteriores análises químicas.

Imediatamente após às aplicações de nitrogênio e fósforo procedeu-se à semeadura da gramínea - capim colômbio - variedade Tobiatã (*Panicum maximum*, Jacq.) e da leguminosa - soja perene comum (*Glycine wightii*, Willd.) no seguinte esquema: gramínea em cultivo exclusivo, leguminosa em cultivo exclusivo e gramínea e leguminosa em cultivo consorciado. Aproximadamente - 15 dias após a germinação foi feito desbaste de forma a manter 4 plantas de gramínea e 2 plantas de leguminosa por vaso.

Durante todo o período de desenvolvimento dos experimentos a irrigação foi feita com água desmineralizada; quinzenalmente foi feita aplicação de solução nutritiva isenta de cálcio, magnésio e potássio, nas concentrações recomendadas por WAUGH e FITTS (1966).

Durante o período experimental, realizaram-se 3 cortes na parte aérea das forrageiras: aos 50, 80 e 110 dias após a germinação. As plantas eram cortadas à aproximadamente 10,0 cm da superfície do solo, lavadas com solução de detergente Exctran 0,1% seguida de lavagem com água deionizada, secas em estufa a 60°C até peso constante e em seguida pesadas, moidas em moinho tipo Wiley para posterior análises químicas dos teores de

potássio, cálcio e magnésio. Por ocasião de cada corte foram coletadas amostras de terra de cada vaso para determinação do potencial de potássio.

3.6. Análises químicas dos solos

Nas amostras de terra coletadas antes da semeadura, foram determinados os teores de potássio, cálcio e magnésio extraídos por solução de HNO_3 0,05N, na relação solo:solução igual a 1:10 e leitura em espectrofotômetro de absorção atômica (Quadro 3).

Nas amostras de terra coletadas antes da semeadura, bem como naquelas coletadas por ocasião de cada corte das plantas, foram determinados os valores de potencial potássio-cálcio-magnésio utilizando-se, com algumas modificações, a técnica de Ulrich (1961) citado por FASSBENDER e LAROCHE(1968): adicionaram-se 30 ml de água a 30 g de terra e agitou-se em agitador horizontal por 15 minutos-segundo estes autores, considerase estabelecido o equilíbrio entre o solo e a solução do solo - em seguida deixou-se em repouso por 1,0 hora e filtrou-se em papel de filtro do padrão Whatman nº 42. Após diluições necessárias, determinaram-se as concentrações de potássio, cálcio e magnésio em espectrofotômetro de absorção atômica, cujos valores foram utilizados nos cálculos para a obtenção do potencial de potássio.

Foi considerado o potencial de potássio em rela

QUADRO 3 . Teores de K^+ , Ca^{+2} e Mg^{+2} extraídos com solução de HNO_3 0,05 N, relações Ca/Mg e K/(Ca+Mg) atingidos para os solos LVa e LR. Dados obtidos a partir de 8 repetições.

K/(Ca+Mg) a ser atingida	emg / 100g TFSA			Ca/Mg	K/(Ca + Mg) atingida
	K^+	Ca^{+2}	Mg^{+2}		
1/32,5	0,059	1,47	0,40	3,68	0,032 (1/31,7)
1/25,0	0,071	1,42	0,40	3,55	0,039 (1/25,6)
1/17,5	0,096	1,38	0,38	3,63	0,053 (1/18,3)
1/12,5	0,133	1,38	0,39	3,58	0,075 (1/13,3)
1/ 7,5	0,278	1,47	0,40	3,68	0,149 (1/ 6,7)
1/ 5,0	0,383	1,38	0,40	3,45	0,215 (1/ 4,6)
<u>SOLO - LVa</u>					
1/65,0	0,118	5,80	1,48	3,92	0,016 (1/61,7)
1/50,0	0,143	5,82	1,46	3,99	0,019 (1/50,9)
1/35,0	0,195	5,75	1,43	4,02	0,027 (1/36,8)
1/20,0	0,344	5,69	1,40	4,06	0,048 (1/20,6)
1/12,5	0,625	5,77	1,43	4,03	0,087 (1/11,5)
1/ 7,5	0,888	5,84	1,48	3,94	0,121 (1/ 8,2)
<u>SOLO - LR</u>					

ção ao potencial de cálcio mais magnésio, sendo expresso em função do logaritmo do inverso das atividades iônicas conforme FASSBENDER (1972):

$$\text{Potencial de potássio} = pK - 0,5p(\text{Ca}+\text{Mg})$$

Os coeficientes de atividade (f) foram calculados de acordo com a fórmula simplificada de Debye-Hückel, descrita por BECKETT (1965):

$$\log f = -0,509 \cdot Z^2 \cdot \sqrt{I}$$

onde Z é a valência do íon e I é a força iônica da solução calculada por:

$$I = 1/2 \sum_{i=1}^{i=n} m_i Z_i^2$$

sendo m_i a concentração molar do íon, a atividade a é dada pela fórmula:

$$a = f \cdot m_i$$

Segundo FASSBENDER (1972), considera-se que toda solução verdadeira apresenta uma igual força de íons correspondente aos ânions e cátions; para o cálculo da força de íons total da solução do solo pode-se considerar a força iônica correspondente aos ânions como sendo igual à dos cátions. Dessa forma, o valor da força iônica utilizado nos cálculos de atividade foi o dobro daquele obtido para os cátions potássio, cálcio e magnésio, evitando assim a necessidade de determinação da concentração de ânions na solução.

3.7. Análises químicas do material vegetal

As determinações dos teores de potássio, cálcio e magnésio nas plantas foram feitas seguindo técnica descrita - por MALAVOLTA (1964).

O material vegetal foi digerido com adição de ácido nítrico e ácido perclórico, sendo a solução mineral recolhida em balão de 50 ml, donde se tomaram alíquotas para a determinação de potássio, cálcio e magnésio em espectrofotômetro de absorção atômica Perkin-Elmer, modelo 305-B

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme relatado na revisão de literatura, a absorção de cátions é influenciada de forma marcante pela espécie vegetal, de tal modo que se uma determinada espécie é mais eficiente que outra na absorção de cátions monovalentes por exemplo, provavelmente será menos eficiente na absorção de cátions divalentes e vice-versa. Assim sendo, torna-se necessário encarar o estudo da absorção de K por diferentes espécies vegetais sob o ponto de vista da interdependência existente entre o cátion monovalente K e os divalentes Ca e Mg.

Neste trabalho, procurou-se estudar a absorção de K sempre considerando a absorção de Ca + Mg. Dessa forma, embora seja o K o objeto principal deste estudo, as análises de variância foram realizadas não só para o K, mas também para Ca + Mg presentes na matéria seca; algumas análises de variância e as análises de regressão foram realizadas com os valores da relação

$K/(Ca + Mg)$ na matéria seca, parâmetro calculado como o objetivo de interrelacionar o cátions monovalente com os divalentes - presentes na matéria seca.

4.1. Absorção de potássio em função da espécie vegetal.

Com os valores de K e Ca + Mg na matéria seca, foram realizadas as análises de variância, para os dois tipos de solos, cujos resultados são apresentados nos quadros 4,5,6 e 7 (a,b).

4.1.1. Potássio na matéria seca

Da análise dos quadros 4 e 5(a) referentes aos valores de F na análise de variância para o parâmetro K na matéria seca, depreende-se que houve influência da espécie vegetal na absorção de K nos 3 cortes e para os 2 solos, evidenciada pelos valores de F estatisticamente significativos para culturas (C). Observa-se ainda interação significativa entre culturas e relações $K/(Ca + Mg)$ no solo, também nos 3 cortes e para os 2 solos, o que tornou necessário o desdobramento desses graus de liberdade, sendo conveniente avaliar o efeito das culturas na absorção de K dentro de cada relação $K/(Ca + Mg)$ no solo, cujos valores de F encontrados, à exceção de culturas dentro da relação 1/7,5 no solo LR no 1º corte, foram todos significativos para os 3 cortes e nos 2 solos.

QUADRO 4 a. - Valores de F na análise de variância dos resultados obtidos de potássio na matéria seca das culturas da gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e legumino sa isolada (LI) e consorciada (LC), nos 3 cortes. Solo LVa.

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L.	F(1º CORTE)	F(2º CORTE)	F(3º CORTE)
Culturas (C)	3	190,51 ^{*1}	1331,06 [*]	900,40 [*]
Relações K/(Ca + Mg) (R)	5	117,14 [*]	192,50 [*]	111,07 [*]
Interação C x R	15	9,90	6,74	14,94
Resíduo	24			
		CV% = 8,36	CV% = 6,32	CV% = 8,70
Relações d. GI	5	41,72 [*]	55,51 [*]	14,29 [*]
Relações d. GC	5	67,83 [*]	62,78 [*]	3,45 [*]
Relações d. LI	5	7,28 [*]	41,24 [*]	94,95 [*]
Relações d. LC	5	30,00 [*]	53,18 [*]	43,20 [*]
Culturas d. R. 1/32,5	3	55,16 [*]	173,71 [*]	73,02 [*]
Culturas d. R. 1/25,0	3	53,35 [*]	221,76 [*]	92,91 [*]
Culturas d. R. 1/17,5	3	80,17 [*]	289,06 [*]	105,62 [*]
Culturas d. R. 1/12,5	3	30,36 [*]	272,67 [*]	153,80 [*]
Culturas d. R. 1/7,5	3	3,29 [*]	292,25 [*]	306,94 [*]
Culturas d. R. 1/5,0	3	17,67 [*]	115,29 [*]	242,96 [*]

1 - significativo ao nível de 5%

QUADRO 4b. Valores médios de potássio na matéria seca (emg K/100g M.S.) das culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC), nos 3 cortes. Solo - Lva.

CULTURAS (C)	RELAÇÃO K / (Ca + Mg) (R)					Médias de C (\bar{C})	
	1/32,5	1/25,0	1/17,5	1/12,5	1/7,5		1/5,0
1º CORTE							
GI	22,80 C ¹ c ²	28,55 BC b	28,90 BC c	40,95 B b	77,50 A ab	63,35 A b	44,01 c
GC	19,70 C c	28,20 C b	36,05 BC bc	48,70 B b	80,30 A ab	89,55 A a	50,42 b
LI	75,70 B a	79,55 B a	97,70 A a	83,85 AB a	89,20 AB a	98,20 A a	87,37 a
LC	36,80 BC b	30,15 C b	48,45 BC b	49,85 B b	74,70 A b	75,70 A b	52,61 b
Médias de R(\bar{R})	38,75 C	41,61 C	52,78 B	55,84 B	80,42 A	82,20 A	-
D.M.S. (Tukey) a 5%		R = 7,57	\bar{C} = 5,52		RdC = 15,14		CdR = 13,51
2º CORTE							
GI	11,50 D c	12,80 CD c	17,10 CD c	20,40 BC c	26,45 B c	49,25 A c	22,92 c
GC	12,55 D c	14,80 CD c	17,90 CD c	21,70 BC c	27,55 B c	52,95 A c	24,58 c
LI	64,30 E a	72,55 D a	84,90 C a	86,30 BC a	95,00 A a	93,50 AB a	82,76 a
LC	24,90 E b	25,80 DE b	33,70 CD b	35,00 C b	46,25 B b	60,85 A b	37,75 b
Médias de R(\bar{R})	28,31 D	31,49 D	38,40 C	40,85 C	48,81 B	64,14 A	-
D.M.S. (Tukey) a 5%		R = 4,10	\bar{C} = 2,99		RdC = 8,21		CdR = 7,32
3º CORTE							
GI	10,70 B c	10,75 B c	10,40 B c	10,75 B c	16,45 B c	26,80 A c	14,31 c
GC	11,40 B bc	11,40 B c	12,45 AB bc	12,40 AB c	15,80 AB c	19,50 A d	13,82 c
LI	42,20 C a	46,20 C a	48,50 C a	57,00 B a	79,75 A a	79,80 A a	58,91 a
LC	17,85 C b	18,80 C b	17,30 C b	23,80 BC b	28,25 B b	47,10 A b	25,52 b
Médias de R(\bar{R})	20,54 D	21,78 D	22,16 D	25,99 C	35,06 B	43,30 A	-
D.M.S. (Tukey) a 5%		R = 3,78	\bar{C} = 2,76		RdC = 7,57		CdR = 6,75

1 - Médias com letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si.

2 - Médias com letras minúsculas diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si.

QUADRO 5 a. - Valores de F na análise de variância dos resultados obtidos de potássio na matéria seca das culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC), nos 3 cortes. Solo - LR.

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L.	F (1º CORTE)	F (2º CORTE)	F (3º CORTE)
Culturas (C)	3	93,38 * ¹	1289,11 *	1759,39 *
Relações K/(Ca + Mg) (R)	5	172,36 *	431,36 *	301,94 *
Interação C x R	15	15,39 *	35,76 *	17,46 *
Resíduo	24			
		CV% = 7,72	CV% = 4,76	CV% = 5,86
Relações d. GI	5	74,74 *	193,22 *	134,16 *
Relações d. GC	5	90,76 *	225,15 *	70,64 *
Relações d. LI	5	2,36 n.s. ²	12,71 *	41,21 *
Relações d. LC	5	50,76 *	107,54 *	108,33 *
Culturas d. R. 1/65,0	3	63,91 *	333,59 *	271,03 *
Culturas d. R. 1/50,0	3	43,02 *	364,43 *	278,58 *
Culturas d. R. 1/35,0	3	48,50 *	313,16 *	461,14 *
Culturas d. R. 1/20,0	3	6,75 *	294,72 *	407,48 *
Culturas d. R. 1/12,5	3	7,53 *	128,68 *	280,91 *
Culturas d. R. 1/ 7,5	3	0,64 n.s.	33,29 *	147,58 *

1 - significativo ao nível de 5%

2 - não significativo

QUADRO 5 b. Valores médios de potássio na matéria seca (emg K/100g M.S.) das culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e Leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC) nos 3 cortes. Solo LR.

CULTURAS	RELAÇÃO K / (Ca + Mg) (R)					Médias de C (\bar{C})
	1/65,0	1/50,0	1/35,0	1/20,0	1/12,5	
	1ª CORTE					
GI	18,20 D ¹ b ²	28,40 CD b	34,90 C b	62,50 B b	79,90 A b	89,50 A
GC	20,75 D b	29,90 CD b	40,90 C b	68,05 B b	99,10 A a	88,75 A
LI	75,20 a	75,35 a	86,80 a	83,00 a	83,90 b	86,20
LC	25,10 D b	35,90 CD b	45,50 C b	68,05 B b	79,15 AB b	83,50 A
Médias de R(\bar{R})	34,81 E	42,39 D	52,02 C	70,40 B	85,51 A	86,99 A
D.M.S. (Tukey) a 5%		$\bar{R} = 7,40$	$\bar{C} = 5,39$		RdC = 14,80	CdR = 13,21
	2ª CORTE					
GI	9,75 D c	13,05 CD c	15,75 CD c	21,45 C c	41,55 B c	65,20 A b
GC	10,70 C c	14,45 C c	17,80 C c	29,05 B c	58,30 A b	64,20 A b
LI	69,85 B a	75,85 AB a	74,80 AB a	80,85 A a	84,25 A a	82,90 A a
LC	36,35 C b	26,30 C b	33,25 C b	50,15 B b	61,35 A b	65,85 A b
Médias de R(\bar{R})	31,66 E	32,41 DE	35,40 D	45,38 C	61,36 B	69,54 A
D.M.S. (Tukey) a 5%		$\bar{R} = 3,38$	$\bar{C} = 2,46$		RdC = 10,48	CdR = 9,35
	3ª CORTE					
GI	13,80 C b	13,75 C b	13,75 C b	18,80 BC c	14,50 B c	59,75 A b
GC	12,10 C b	13,10 C b	15,10 C b	18,45 BC b	24,85 B c	46,65 A c
LI	64,40 C a	65,90 C a	80,80 B a	83,70 AB a	79,80 B a	89,20 A a
LC	13,90 D b	15,35 D b	13,40 D b	27,25 C c	39,65 B b	52,60 A c
Médias de R(\bar{R})	26,04 E	27,02 E	30,76 D	37,05 c	42,20 B	62,05 A
D.M.S. (Tukey) a 5%		$\bar{R} = 3,40$	$\bar{C} = 2,47$		RdC = 6,79	CdR = 6,06

1 - Médias com letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si.

2 - Médias com letras minúsculas diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si.

Comparando-se as médias de culturas (C) nos quadros 4 e 5(b), observa-se que, para os 2 solos e nos 3 cortes, a leguminosa isolada foi a cultura que apresentou a maior quantidade de K na matéria seca, cujas médias foram sempre diferentes estatisticamente das demais culturas; estes resultados contrariam aqueles obtidos por GRAY et alii (1953), ASHER e OZANNE (1961), MATTSON (1975), WACQUANT (1977) e RAMOS (1977), que observaram que a quantidade de K na matéria seca de gramíneas era sempre maior do que nas leguminosas e atribuíram essa diferença na absorção à menor CTC radicular das gramíneas em relação às leguminosas. FERREIRA (1984) obteve resultados semelhantes aos dos autores acima citados, apenas para cultivo em solução nutritiva, quando o cultivo comparativo era feito tendo solo como meio de crescimento, os teores de K na matéria seca das leguminosas isoladas eram maiores e diferentes estatisticamente das gramíneas, dentro dos 3 níveis de adubação potássica estudados (0, 40 e 80 ppm de K), sendo tais resultados confirmados pelos obtidos no presente trabalho. A mesma tendência é observada quando a comparação é feita dentro de cada relação K/(Ca + Mg) no solo, exceções feitas às relações 1/7,5 e 1/5 no solo LVa e 1/12,5 e 1/7,5 no solo LR, ambos no 1º corte, onde observa-se que a absorção de K pela leguminosa isolada foi praticamente semelhante à leguminosa consorciada e às gramíneas. Estes resultados sugerem que com quantidades elevadas de K no meio de crescimento, a absorção desse cátion tende a ser semelhante, caracterizado co-

mo consumo de luxo, independente do tipo de planta ou manejo, - quanto à consorciação, a que está submetida a cultura, já que nos cortes subsequentes, quando os níveis do nutriente passaram a ser menores em função da extração anterior, a leguminosa isolada sempre apresentou os maiores valores de K na matéria seca e diferentes estatisticamente das demais culturas.

Também nos quadros 4 e 5(b) observa-se que, para os 2 solos e nos três cortes, os valores de K na matéria seca, para as médias de culturas (\bar{C}) da leguminosa consorciada, foram sempre estatisticamente inferiores aos da leguminosa isolada, em decorrência do sistema de consorciação com a gramínea, o que promoveu uma redução na quantidade de K disponível para a leguminosa, ocasionado por competição na absorção do nutriente entre a leguminosa e a gramínea, que segundo EVANS (1977), apresenta maior potencial de exploração do K do solo, o que é atribuído aos pêlos absorventes que são mais longos e mais numerosos em gramíneas do que em leguminosas; estes resultados confirmam aqueles obtidos por STEFFENS e MENGEL (1982) e DUNLOP (1983). A mesma tendência é observada quando a comparação entre leguminosas é feita dentro de cada relação $K/(Ca + Mg)$ no solo, exceções feitas, no primeiro corte, dentro das relações 1/12,5 e 1/7,5 no solo LR, que apresentaram valores estatisticamente iguais na quantidade de K absorvido e dentro das relações 1/7,5 e 1/5 no solo LVa, que embora apresentassem resultados estatisticamente diferentes, demonstram tendência de aproximação nos

níveis de K absorvido entre as leguminosas; estes resultados indicam uma atenuação dos efeitos de competição entre gramíneas e leguminosas na absorção de K, quando o nível do nutriente no solo é suficientemente elevado para atender as duas culturas.

Comparando-se as médias das culturas (C) gramínea isolada e consorciada, ainda nos quadros 4 e 5(b), observa-se que o sistema de consorciação praticamente não interferiu na quantidade de K absorvido pela gramínea e quando houve alguma influência esta foi no sentido de aumentar a absorção do nutriente pela gramínea consorciada, o que pode ser demonstrado pelos valores quase sempre maiores de K na matéria seca de gramínea consorciada do que na isolada, chegando inclusive a serem estatisticamente superiores no 1º corte no solo LVa e 1º e 2º cortes - no solo LR; esta mesma tendência é observada quando a comparação é feita dentro das relações $K/(Ca + Mg)$ no solo, confirmando os resultados obtidos por STEFFENS e MENGEL (1982) que observaram que a gramínea sob consorciação com a leguminosa apresentava um maior teor de K do que quando cultivada isoladamente. Estes resultados parecem indicar que a consorciação é um fator de estímulo na absorção de K por gramínea, sendo que estas considerações encontram apoio indiretamente no trabalho de DUNLOP et alii (1983), que estudando a regulação de entrada do K em raízes de uma gramínea e uma leguminosa, observaram que quando a competição por K era importante, a taxa específica de absorção deste nutriente correspondente à gramínea era de duas a cinco vezes mais

rápida que a taxa correspondente à leguminosa, estas comprovações sugerem que como consequência da competição, a atividade metabólica de raízes de gramíneas consorciadas seja também maior do que nas gramíneas cultivadas isoladamente, conduzindo à uma elevação na taxa de absorção de K por parte das primeiras.

4.1.2. Cálcio + magnésio na matéria seca

Os valores de F na análise de variância para o parâmetro Ca + Mg na matéria seca, encontram-se relacionados nos quadros 6 e 7(a). Analisando-se estes quadros podemos observar os valores de F significativos para culturas (C), indicando, a exemplo do que ocorreu para o K na matéria seca, a ocorrência de diferença na absorção de Ca + Mg pelas culturas estudadas nos 3 cortes e para os 2 solos. Observa-se ainda interação significativa entre culturas e relações $K/(Ca + Mg)$ no solo, nos 3 cortes e para os 2 solos, o que tornou necessário o desdobramento desses graus de liberdade, para avaliar a influência do tipo de cultura na absorção de Ca + Mg, dentro de cada relação estudada, cujos valores de F encontrados no desdobramento, à exceção de culturas dentro da relação 1/20 no solo LR no 1º corte, foram todos significativos para os 3 cortes e nos 2 solos.

Comparando-se as médias de culturas (\bar{C}) para Ca + Mg na matéria seca, cujos valores encontram-se nos quadros 6 e 7 (b) observa-se que, para o solo LVa no 1º corte e para os 2 solos -

QUADRO 6 a. - Valores de F na análise de variância dos resultados obtidos de cálcio + magnésio na matéria seca das culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC), nos 3 cortes. Solo Lva.

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L.	F(1º CORTE)	F(2º CORTE)	F(3º CORTE)
Culturas (C)	3	82,03 ^{*1}	117,72 [*]	799,20 [*]
Relações K/(Ca + Mg) (R)	5	40,35 [*]	22,44 [*]	42,57 [*]
Interação C x R	15	2,74 [*]	4,24 [*]	7,67 [*]
Resíduo	24			
		CV% = 6,19	CV% = 5,63	CV% = 5,23
Relações d. GI	5	22,53 [*]	66,05 [*]	13,79 [*]
Relações d. GC	5	14,81 [*]	65,48 [*]	15,85 [*]
Relações d. LI	5	4,50 [*]	93,54 [*]	4,04 [*]
Relações d. LC	5	6,72 [*]	81,89 [*]	31,90 [*]
Culturas d. R. 1/32,5	3	14,21 [*]	31,63 [*]	104,22 [*]
Culturas d. R. 1/25,0	3	13,98 [*]	25,04 [*]	179,30 [*]
Culturas d. R. 1/17,5	3	7,79 [*]	13,53 [*]	182,86 [*]
Culturas d. R. 1/12,5	3	8,38 [*]	6,97 [*]	162,25 [*]
Culturas d. R. 1/7,5	3	25,24 [*]	14,81 [*]	114,51 [*]
Culturas d. R. 1/5,0	3	26,10 [*]	46,92 [*]	94,42 [*]

1 - significativo ao nível de 5%

QUADRO 6b . Valores médios de cálcio + magnésio na matéria seca (emg(Ca + Mg)/100g M.S.) das culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC), nos 3 cortes. Solo - LVa.

CULTURAS (C)	RELAÇÃO K / (Ca + Mg) (R)					Médias de C (\bar{C})
	1/32,5	1/25,0	1/17,5	1/12,5	1/7,5	
	1º CORTE					
GI	92,50 AB ¹ b ²	98,75 A ab	80,00 B b	81,70 B b	62,90 C b	54,55 C b
GC	79,55 A b	85,45 A bc	81,25 A b	81,70 A b	58,35 B b	53,30 B b
LI	110,75 A a	109,95 A a	97,60 AB a	97,95 AB a	97,85 AB a	92,00 B a
LC	85,95 A b	80,40 AB c	74,45 ABC b	73,25 ABC b	66,60 BCb	60,20 C b
Médias de R(\bar{R})	92,19 A	93,64 A	82,32 B	83,65 B	71,42 C	65,01 C
D.M.S. (Tukey) a 5%		$\bar{R} = 7,80$	$\bar{C} = 5,68$	$RdC = 15,60$	$RdC = 13,36$	$CdR = 13,92$
	2º CORTE					
GI	67,50 AB C	78,75 A b	71,70 AB b	73,75 A bc	59,15 B b	45,45 C b
GC	67,05 A C	72,05 A b	70,45 A b	71,25 A C	62,90 A b	49,15 B b
LI	103,00 A a	107,50 A a	94,90 AB a	88,25 BC a	81,00 C a	87,05 BC a
LC	86,10 A b	82,00 A b	79,05 A b	83,75 A ab	81,45 A a	79,00 A a
Médias de R(\bar{R})	80,91 A	84,96 A	79,02 A	79,25 A	71,12 B	65,16 B
D.M.S. (Tukey) a 5%		$\bar{R} = 6,68$	$\bar{C} = 4,87$	$RdC = 13,36$	$RdC = 11,92$	$CdR = 11,92$
	3º CORTE					
GI	66,40 AB C	74,00 A c	65,85 AB bc	59,15 BC b	46,30 C b	46,25 C c
GC	63,95 A C	63,20 AB c	59,50 AB c	67,00 A b	56,05 AB b	50,05 B c
LI	90,10 AB b	92,45 A b	77,15 B b	64,95 CD b	63,20 D b	78,05 BC b
LC	131,45 BC a	155,00 A a	149,10 A a	141,50 AB a	119,30 CD a	110,50 D a
Médias de R(\bar{R})	87,98 B	96,16 A	87,90 B	83,15 B	71,21 C	71,21 C
D.M.S. (Tukey) a 5%		$\bar{R} = 6,70$	$\bar{C} = 4,88$	$RdC = 13,39$	$RdC = 11,95$	$CdR = 11,95$

1 - Médias com letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si.

2 - Médias com letras minúsculas diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si.

QUADRO 7 a. - Valores de F na análise de variância dos resultados obtidos de cálcio + magnésio na matéria seca das culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC) nos 3 cortes. Solo - LR.

FONTE DE VARIÇÃO	G.L.	F(1º CORTE)	F(2º CORTE)	F(3º CORTE)
Culturas (C)	3	5,60 ^{*1}	76,25 [*]	305,27 [*]
Relações K/(Ca + Mg) (R)	5	43,59 [*]	41,73 [*]	66,88 [*]
Interação C x R	15	7,78 [*]	7,61 [*]	6,59 [*]
Resíduo	24			
		CV% = 8,05	CV% = 7,54	CV% = 6,36
Relações d. GI	5	28,64 [*]	26,81 [*]	24,61 [*]
Relações d. GC	5	30,13 [*]	30,54 [*]	17,13 [*]
Relações d. LI	5	0,38 n.s. ²	1,58 n.s.	4,62 [*]
Relações d. LC	5	7,76 [*]	5,63 [*]	40,30 [*]
Culturas d. R. 1/65,0	3	4,88 [*]	3,24 [*]	37,00 [*]
Culturas d. R. 1/50,0	3	5,89 [*]	3,71 [*]	37,74 [*]
Culturas d. R. 1/35,0	3	3,46 [*]	4,84 [*]	131,01 [*]
Culturas d. R. 1/20,0	3	1,36 n.s.	10,84 [*]	38,52 [*]
Culturas d. R. 1/12,5	3	12,29 [*]	23,54 [*]	45,22 [*]
Culturas d. R. 1/ 7,5	3	16,59 [*]	68,13 [*]	48,73 [*]

1 - significativo ao nível de 5%

2 - não significativo

QUADRO 7 b. Valores médios de cálcio + magnésio na matéria seca (emg(Ca + Mg)/100g M.S.) das culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC), nos 3 cortes. Solo - LR.

CULTURAS	RELAÇÃO K / (Ca + Mg) (R)					Médias de C (\bar{C})	
	1/65,0	1/50,0	1/35,0	1/20,0	1/12,5		1/7,5
	1ª CORTE						
GI	101,25 AB ¹ ab ²	111,65 A a	86,65 B ab	87,50 B	52,50 C c	46,70 C c	81,04 b
GC	111,70 A a	119,55 A a	98,60 AB a	83,75 B	60,00 C bc	54,55 C bc	88,02 ab
LI	85,80 b	92,00 b	94,95 ab	90,75	91,65 a	92,00 a	91,19 a
LC	96,00 AB ab	102,75 A ab	78,25 BC b	77,45 BC	72,50 C b	68,75 C b	82,62 b
Médias de R(\bar{R})	98,69 AB	106,49 A	89,61 BC	84,86 C	69,16 D	65,50 D	-
D.M.S. (Tukey) a 5%		$\bar{R} = 10,66$	$\bar{C} = 7,77$		RdC = 21,33		CdR = 19,04
	2ª CORTE						
GI	91,75 A ab	94,10 A b	85,85 AB b	69,85 BC b	57,10 C b	34,35 D b	72,17 c
GC	85,50 A b	98,00 A ab	85,25 A b	63,10 B b	52,65 B b	31,40 C b	69,32 c
LI	100,95 ab	109,15 ab	105,85 a	93,45 a	98,45 a	98,45 a	101,05 a
LC	102,80 AB a	112,15 A a	87,30 B b	89,65 B a	83,75 B a	95,85 AB a	95,25 b
Médias de R(\bar{R})	95,25 AB	103,35 A	91,06 B	79,01 C	72,99 CD	65,01 D	-
D.M.S. (Tukey) a 5%		$\bar{R} = 9,83$	$\bar{C} = 7,16$		RdC = 19,66		CdR = 17,55
	3ª CORTE						
GI	102,10 A b	94,60 AB b	76,70 BC c	65,10 C c	65,70 C c	42,00 D c	74,37 c
GC	93,40 A b	97,15 A b	85,40 AB c	73,80 BC c	65,65 CD c	49,05 D c	77,41 c
LI	109,35 A b	105,80 A b	103,75 AB b	91,10 AB b	91,55 AB b	86,30 B b	97,98 b
LC	153,65 B a	152,50 B a	187,00 A a	126,95 C a	128,35 C a	106,85 D a	142,55 a
Médias de R(\bar{R})	114,62 A	112,51 A	113,21 A	89,24 B	87,81 B	71,05 C	-
D.M.S. (Tukey) a 5%		$\bar{R} = 9,63$	$\bar{C} = 7,02$		RdC = 19,27		CdR = 17,20

1 - Médias com letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si.

2 - Médias com letras minúsculas diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si.

no 2º corte, da mesma forma que para o K, a leguminosa isolada foi a cultura que apresentou a maior quantidade de Ca + Mg na matéria seca, cujas médias foram superiores estatisticamente às demais culturas. Entretanto, para ambos os solos no 3º corte, a leguminosa consorciada apresentou os maiores valores de Ca+Mg absorvido, com teores estatisticamente superiores às demais culturas. Estas tendências também são observadas, de forma geral, quando a comparação é feita dentro das relações $K/(Ca + Mg)$ no solo.

O aumento na absorção de Ca + Mg pela leguminosa consorciada, observada nos 2 solos do 1º ao 3º corte, tanto para os valores de médias de culturas (\bar{C}), quanto dentro de cada relação $K/(Ca + Mg)$ no solo, conduz a se supor que foi consequência do próprio sistema de consorciação sob o qual a leguminosa se encontrava, pois com a redução na disponibilidade de K em função dos cortes sucessivos e sendo a gramínea mais eficiente na absorção de cátions monovalentes, a absorção de K pela leguminosa passou a ser menor, proporcionando dessa forma, um aumento na absorção dos cátions divalentes Ca + Mg.

Também nos quadros 6 e 7(b) observa-se para os 2 solos, tanto para médias de culturas (\bar{C}) como dentro de relações $K/(Ca + Mg)$ no solo, que a gramínea não sofreu qualquer influência na absorção de Ca + Mg pelo fato de se encontrar consorciada com a leguminosa, o que pode ser demonstrado pelas médias sem

pre estatisticamente iguais para as culturas de gramínea isolada e consorciada.

Em uma análise generalizada, ainda nos quadros 6 e 7 (b), pode-se inferir que a leguminosa apresentou uma afinidade de absorção de Ca + Mg maior do que a gramínea; tal afinidade - pode ser atribuída, segundo dados obtidos por GRAY et alii (1953), ASHER e OZANNE (1961), MATTSON (1975), WACQUANT (1977), RAMOS (1977) e FERREIRA (1984), ao maior valor de CTC radicular das leguminosas em relação às gramíneas.

4.2. Absorção de potássio em função da relação $K/(Ca+Mg)$ no solo.

Confrontando-se os valores de K na matéria seca (quadros 4 e 5(b) com os valores de Ca + Mg na matéria seca (quadros 6 e 7 (b), observa-se, para os 3 cortes em ambos os solos e para todas as culturas, a tendência de diminuição na absorção de Ca+Mg como consequência do aumento na absorção de K em função da elevação no nível de K disponível, caracterizado pelo aumento na relação $K/(Ca + Mg)$ no solo. Tais comprovações podem ser melhor visualizados na figura 1, que relaciona os teores médios dos 3 cortes, dentro de cada relação $K/(Ca + Mg)$ no solo, de K e (Ca + Mg) na matéria seca, cujos coeficientes de correlação obtidos entre estes parâmetros foram todos significativos a no mínimo 5% de probabilidade, conforme valores de r contidos no qua

QUADRO 8 . Equações de regressão e coeficientes de correlação (r) e determinação (r^2) obtidos entre a variável independente K na matéria seca (média dos 3 cortes - \bar{K}) e a variável dependente (Ca+Mg) na matéria seca (média dos 3 cortes $\overline{(Ca+Mg)}$) para as culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada(LI) e consorciada (LC), para os 2 solos. (n = 12).

SOLO	CULTURA	EQUAÇÃO	r	r^2 (%)
LVa	GI	$Y = 92,85 - 0,916 X$	$-0,906^{xxx^1}$	82,0
	GC	$Y = 82,52 - 0,550 X$	$-0,896^{xxx}$	80,2
	LI	$Y = 142,45 - 0,677 X$	$-0,843^{xxx}$	71,0
	LC	$Y = 119,14 - 0,583 X$	$-0,951^{xxx}$	90,4
LR	GI	$Y = 111,20 - 1,012 X$	$-0,965^{xxx}$	93,1
	GC	$Y = 116,13 - 1,014 X$	$-0,941^{xxx}$	88,6
	LI	$Y = 134,91 - 0,483 X$	$-0,629^{x^2}$	39,6
	LC	$Y = 137,99 - 0,727 X$	$-0,928^{xxx}$	86,1

1 - significativo a 0,1%

2 - significativo a 5 %

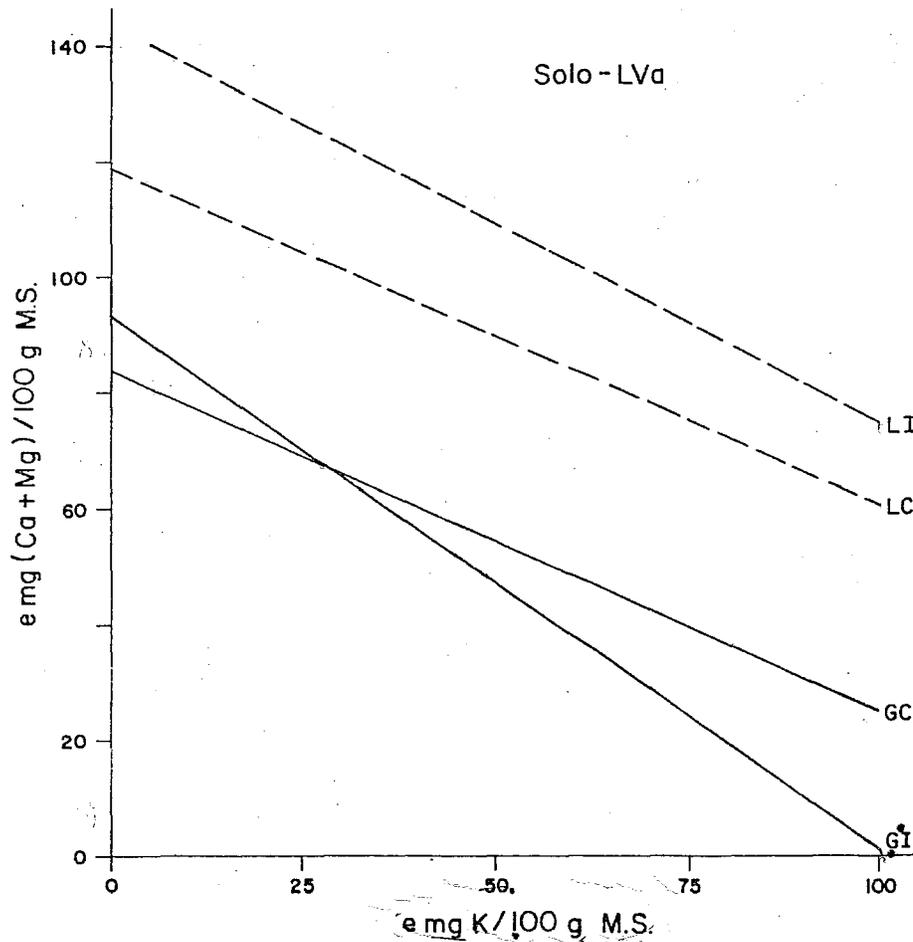
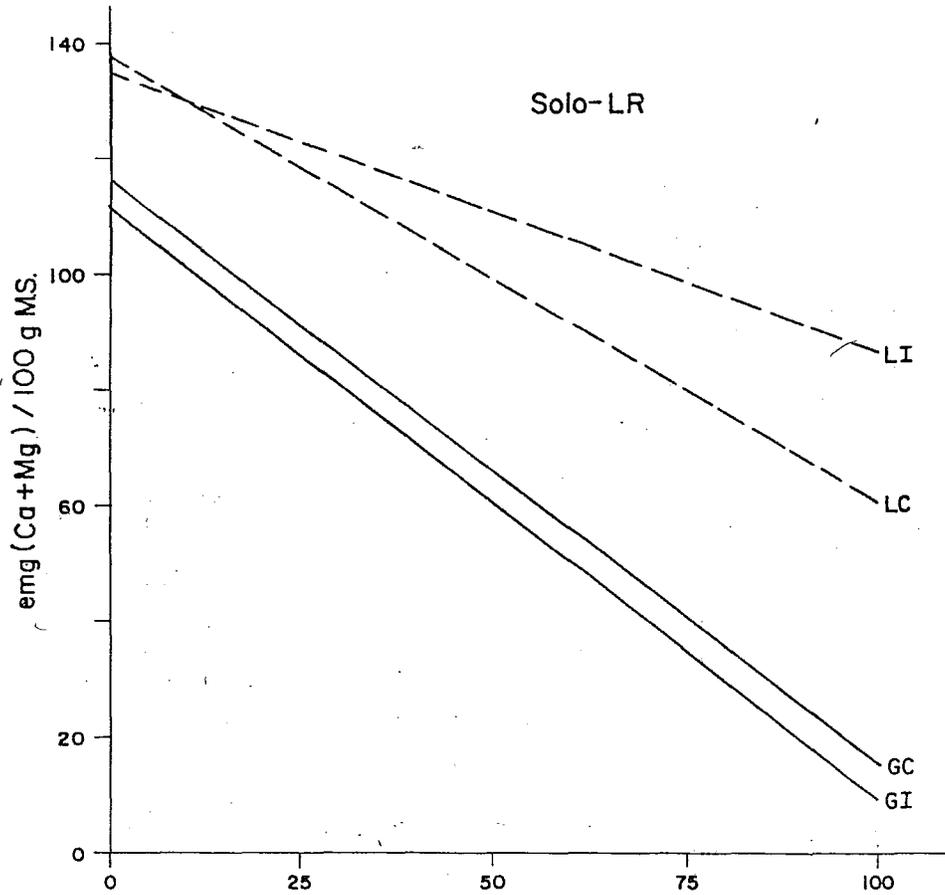


FIG. 1. Relação entre K e (Ca+Mg) na matéria seca para as culturas de gramínea isolada(GI) e consorciada(GC) e leguminosa isolada(LI) e consorciada(LC) para os solos LR e LVa.

dro 8, demonstrando o efeito antagônico do K sobre a absorção de Ca + Mg. Estes resultados confirmam aqueles obtidos por MARTIN et alii (1953), YORK et alii (1953), MELLO et alii (1966), OMAR e KOBIA (1966), FUZZATTO e FERRAZ (1967), LANGHLIN (1969), TEWARI et alii (1971), SOARES (1975) e (1978) e ROSOLEM et alii (1984).

Em face do exposto no parágrafo anterior, e como se trata de um estudo no qual as variações nos tratamentos a que as plantas foram submetidas ocorreram nas relações entre o cátion monovalente K e os divalentes Ca + Mg, optou-se, neste ítem, por se estudar a absorção destes nutrientes sob o ponto de vista da relação entre eles também na matéria seca das plantas, através do parâmetro calculado $K/(Ca + Mg)$ na matéria seca, pois segundo MIELNICZUK (1982), a relação entre os cátions na solução (o que pode ser estendido ao complexo de troca) prevê melhor a absorção relativa do que a absorção isolada destes cátions pelas plantas, em solos nos quais o Ca e o Mg são os cátions dominantes.

4.2.1. Absorção de potássio em função da relação $K/(Ca + Mg)$ no complexo de troca do solo.

Com os valores de K e Ca + Mg na matéria seca, foram calculados os valores do parâmetro $K/(Ca + Mg)$ na matéria seca, com os quais foram realizadas análises de variância, cu-

jos valores de F obtidos encontram-se nos quadros 9 e 10(a), através dos quais observa-se, para ambos os solos e nos 3 cortes, que houve influência das relações $K/(Ca + Mg)$ no solo sobre estas relações na matéria seca das plantas, evidenciado pelos valores de F de relações (R), todas significativas ao nível de 5% de probabilidade. Ainda através destes quadros observa-se, também para ambos os solos e nos 3 cortes, valores de F significativos para a interação culturas x relações (C x R), conduzindo ao desdobramento desses graus de liberdade, sendo conveniente estudar o efeito das relações $K/(Ca + Mg)$ no solo sobre estas relações na matéria seca dentro de cada cultura, cujos valores de F encontrados, à exceção de relações dentro da leguminosa isolada no 1º corte do solo LR, foram todos significativos ao nível de 5% de probabilidade, para ambos os solos e nos 3 cortes.

Comparando-se as médias de relações $K/(Ca + Mg)$ no solo (\bar{R}) para essas relações na matéria seca, nos quadros 9 e 10 (b), observa-se que, para ambos os solos e nos 3 cortes, ocorreram aumentos nas relações $K/(Ca + Mg)$ na matéria seca das culturas proporcionais aos aumentos dessas relações no solo e que as diferenças estatísticas ocorreram com maior evidência no solo LR, cujos intervalos nos valores de relação $K/(Ca + Mg)$ aplicados a este solo (1/65 a 1/7,5) foram maiores que no solo LVa (1/32,5 a 1/5). Observa-se também, que as médias tendem a se tornarem menos diferentes do 1º para o 3º corte, o que pode ser

QUADRO 9 a - Valores de F na análise de variância dos resultados obtidos de K/Ca + Mg na ma teíã seca das culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC), nos 3 cortes. Solo - LVA

FONTE DE VARIACÃO	G.L.	F (1º CORTE)	F (2º CORTE)	F (3º CORTE)
Culturas (C)	3	16,59 ^{*1}	451,81 [*]	772,81 [*]
Relações K/(Ca + Mg) (R)	5	170,87 [*]	336,55 [*]	165,63 [*]
Interação C x R	15	13,67	24,82 [*]	27,13 [*]
Resíduo	24			
		CV% = 10,89	CV% = 7,24	CV% = 9,34
Relações d. GI	5	59,66 [*]	160,73 [*]	50,10 [*]
Relações d. GC	5	103,54 [*]	147,36 [*]	11,61 [*]
Relações d. LI	5	6,57 [*]	60,94 [*]	162,74 [*]
Relações d. LC	5	42,10 [*]	42,06 [*]	23,22 [*]
Culturas d. R. 1/32,5	3	12,39 [*]	57,36 [*]	39,84 [*]
Culturas d. R. 1/25,0	3	11,53 [*]	70,71 [*]	51,76 [*]
Culturas d. R. 1/17,5	3	23,44 [*]	121,72 [*]	91,90 [*]
Culturas d. R. 1/12,5	3	6,66 [*]	138,77 [*]	200,14 [*]
Culturas d. R. 1/ 7,5	3	10,74 [*]	157,25 [*]	388,63 [*]
Culturas d. R. 1/ 5,0	3	20,20 [*]	30,21 [*]	138,86 [*]

1 - significativo ao nível de 5%

QUADRO 9b. Valores médios de relação K/(Ca + Mg) na matéria seca (emg K/emg(Ca + Mg)/100 g M.S.) das culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC) nos 3 cortes. Solo - LVa.

CULTURAS (C)	RELAÇÃO K / (Ca + Mg) (R)					Médias de C (\bar{C})	
	1/32,5	1/25,0	1/17,5	1/12,5	1/7,5		1/5,0
1ª CORTE							
GI	0,246 B b	0,288 B b	0,361 B c	0,501 B b	1,232 A a	1,196 A b	0,638 c
GC	0,248 D b	0,330 D b	0,444 CDbc	0,596 C b	1,376 B a	1,680 A a	0,779 b
LI	0,686 B a	0,725 B a	1,001 A a	0,859 AB a	0,916 AB b	1,070 A b	0,876 a
LC	0,428 BC b	0,374 C b	0,650 B b	0,679 B ab	1,214 A a	1,257 A b	0,767 b
Médias de R(\bar{R})	0,402 C	0,430 C	0,614 B	0,659 B	1,185 A	1,300 A	-
D.M.S. (Tukey) a 5%	R = 0,129		$\bar{C} = 0,094$		RdC = 0,257	CdR = 0,230	
2ª CORTE							
GI	0,170 C c	0,164 C c	0,238 C c	0,276 C c	0,448 B c	1,086 A a	0,397 c
GC	0,187 C bc	0,206 C c	0,254 C c	0,305 C c	0,438 B c	1,076 A a	0,411 c
LI	0,624 D a	0,678 D a	0,896 C a	0,978 BC a	1,173 A a	1,074 AB a	0,904 a
LC	0,290 D b	0,314 CD b	0,426 C b	0,418 C b	0,568 B b	0,773 A b	0,465 b
Médias de R(\bar{R})	0,318 D	0,340 D	0,454 C	0,494 C	0,657 B	1,002 A	-
D.M.S. (Tukey) a 5%	R = 0,061		$\bar{C} = 0,044$		RdC = 0,122	CdR = 0,108	
3ª CORTE							
GI	0,162 C b	0,146 C b	0,158 C b	0,182 C b	0,356 B b	0,583 A b	0,264 b
GC	0,178 B b	0,180 B b	0,210 B b	0,184 B b	0,282 B bc	0,390 A c	0,237 bc
LI	0,468 E a	0,501 E a	0,628 D a	0,877 C a	1,260 A a	1,024 B a	0,793 a
LC	0,136 BC b	0,121 C b	0,116 C b	0,168 BC b	0,237 B c	0,426 A c	0,201 c
Médias de R(\bar{R})	0,236 D	0,237 D	0,278 D	0,353 C	0,534 B	0,606 A	-
D.M.S. (Tukey) a 5%	R = 0,054		$\bar{C} = 0,039$		RdC = 0,108	CdR = 0,096	

1 - Médias com letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si.

2 - Médias com letras minúsculas diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si.

QUADRO 10 a. - Valores de F na análise de variância dos resultados obtidos de K/(Ca + Mg) - na matéria seca das culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC), nos 3 cortes. Solo - LR.

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L.	F(1º CORTE)	F(2º CORTE)	F(3º CORTE)
Culturas (C)	3	15,15 ^{*1}	131,67 [*]	413,69 [*]
Relações K/(Ca + Mg) (R)	5	441,42 [*]	949,41 [*]	331,73 [*]
Interação C x R	15	58,07 [*]	186,55	34,36
Resíduo	24			
		CV% = 7,37	CV% = 6,10	CV% = 9,79
Relações d. GI	5	284,57 [*]	655,88 [*]	260,72 [*]
Relações d. GC	5	244,09	790,15 [*]	107,59 [*]
Relações d. LI	5	1,14 n.s. ²	10,38 [*]	31,29 [*]
Relações d. LC	5	85,53 [*]	53,96	28,45
Culturas d. R. 1/65,0	3	61,05 [*]	100,93 [*]	59,62 [*]
Culturas d. R. 1/50,0	3	39,37 [*]	94,84 [*]	64,96 [*]
Culturas d. R. 1/35,0	3	30,68 [*]	79,17 [*]	109,19 [*]
Culturas d. R. 1/20,0	3	4,17 [*]	76,17 [*]	118,33 [*]
Culturas d. R. 1/12,5	3	63,18 [*]	42,70 [*]	71,42 [*]
Culturas d. R. 1/ 7,5	3	101,44 [*]	671,53 [*]	152,88 [*]

1 - significativo ao nível de 5%

2 - não significativo

QUADRO 10b. Valores médios de relação K/(Ca + Mg) na matéria seca (emg K/emg(Ca + Mg)/100g M.S. das culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC) nos 3 cortes. Solo - LR

CULTURAS (C)	RELAÇÃO K / (Ca + Mg) (R)					Médias de C (\bar{C})	
	1/65,0	1/50,0	1/35,0	1/20,0	1/12,5		1/7,5
1º CORTE							
GI	0,180 E ¹ b ²	0,258 DE b	0,406 D c	0,714 C b	1,524 B a	1,918 A a	0,833 ab
GC	0,186 D b	0,250 CD b	0,418 Cbc	0,810 B ab	1,656 A a	1,627 A a	0,825 b
LI	0,877 a	0,818 a	0,918 a	0,914 a	0,938 c	0,938 d	0,900 a
LC	0,262 D b	0,350 D b	0,581 C b	0,880 B ab	1,095 A b	1,222 A c	0,732 c
Médias de R(\bar{R})	0,376 E	0,419 E	0,581 D	0,830 C	1,303 B	1,426 A	-
D.M.S. (Tukey) a 5%	-	R = 0,094	C = 0,068		RdC = 0,187		CdR = 0,167
2º CORTE							
GI	0,106 D c	0,139 D b	0,183 D c	0,307 C c	0,728 B c	1,899 A b	0,560 c
GC	0,128 D c	0,148 D b	0,209 D c	0,460 C b	1,107 B a	2,045 A a	0,683 b
LI	0,692 B a	0,695 B a	0,707 B a	0,868 A a	0,860 A b	0,842 A c	0,777 a
LC	0,354 C b	0,236 D b	0,381 C b	0,560 B b	0,734 A c	0,687 A d	0,492 d
Médias de R(\bar{R})	0,320 DE	0,304 E	0,370 D	0,549 C	0,858 B	1,368 A	-
D.M.S. (Tukey) a 5%		R = 0,059	C = 0,043		RdC = 0,118		CdR = 0,106
3º CORTE							
GI	0,135 D b	0,145 D b	0,179 CD b	0,288 BC b	0,372 B b	1,422 A a	0,424 b
GC	0,130 C b	0,136 C b	0,177 C b	0,249 BC b	0,382 B b	0,964 A b	0,340 c
LI	0,593 D a	0,622 D a	0,779 C a	0,918 AB a	0,872 BC a	1,034 A b	0,803 a
LC	0,091 CD b	0,100 CD b	0,072 D b	0,214 BC b	0,310 B b	0,493 A c	0,213 d
Médias de R(\bar{R})	0,237C	0,251 C	0,302 C	0,418 B	0,484 B	0,978 A	-
D.M.S. (Tukey) a 5%		R = 0,067	C = 0,049		RdC = 0,135		CdR = 0,120

1 - Médias com letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si.

2 - Médias com letras minúsculas diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si.

atribuído à uma redução gradativa na quantidade de K dos solos, em decorrência da exportação com os sucessivos cortes.

Analisando os valores das relações $K/(Ca + Mg)$ na matéria seca da leguminosa isolada, observa-se, em ambos os solos, que os efeitos dos aumentos dessas relações no solo tende a aumentar do 1º para o 3º corte, sendo que no 1º corte as diferenças estatísticas não apresentam tendência definida no solo LVa e são ausentes no solo LR, enquanto, em ambos os solos, essas diferenças tendem a se acentuar no 2º e 3º cortes, nos quais verifica-se uma tendência de variações nas relações $K/(Ca + Mg)$ na matéria seca dessa cultura proporcionais às elevações dessas relações nos solos. Estas comprovações conduzem à hipótese de que poderiam ser atribuídas a 2 fatores interrelacionados, quais sejam, à diminuição na quantidade de K disponível no solo em razão da exportação e à um possível efeito de diluição na concentração do nutriente no material vegetal, da leguminosa isolada após o 1º corte, pois, por ocasião de cada corte verificou-se um aumento na produção de biomassa dessa cultura (em razão da brotação em maior número de ramos), como pode ser observado nos quadros 15 e 16 (b). Conquanto, mesmo no 3º corte, embora as variações observadas nas relações $K/(Ca + Mg)$ na matéria seca sejam acentuadas, a leguminosa isolada não chegou a apresentar sintomas visuais de deficiência de K, mesmo nas menores relações $K/(Ca + Mg)$ no solo.

Também nos quadros 9 e 10(b), observa-se que, de forma praticamente inversa do que ocorreu com a leguminosa isolada, a leguminosa consorciada apresentou diferenças significativas nos valores de relações $K/(Ca + Mg)$ na matéria seca proporcionais às variações dessas relações no solo, já no 1º corte, sendo que essas variações tendem a se tornarem menos evidente no 2º e 3º cortes, nos quais verifica-se, em ambos os solos, que as diferenças nas relações $K/(Ca + Mg)$ na matéria seca não são muito bem definidas nas quatro relações $K/(Ca + Mg)$ com níveis mais baixos de K disponível no solo. Esta tendência de comportamento diferenciado entre as duas culturas de leguminosas pode ser atribuída ao sistema de cultivo em conjunto com a gramínea, sob o qual se encontrava a leguminosa consorciada, o que proporcionou menores quantidades de K disponível para a leguminosa consorciada em virtude da competição com a gramínea, determinando variações nas relações $K/(Ca + Mg)$ na matéria seca da leguminosa consorciada, diferentes da leguminosa isolada e semelhantes às da gramínea. Este comportamento diferenciado entre as duas culturas de leguminosa ficou bem caracterizado no 3º corte, no qual a leguminosa consorciada apresentou sintomas visuais de deficiência de K nas relações $K/(Ca + Mg)$ no solo iguais a 1/32,5, 1/25, 1/17,5 e 1/12,5 no solo LVa e 1/65 e 1/50 no solo LR, e sintomas iniciais na relação 1/35 no solo LR.

Com relação às culturas de gramínea, observa-se, ain-

da nos quadros 9 e 10(b), que o comportamento de ambas foi semelhante no 1º corte, nos 2 solos, mostrando variações nas relações $K/(Ca + Mg)$ na matéria seca diretamente proporcionais às variações das relações $K/(Ca + Mg)$ no solo, embora as diferenças estatísticas não sejam bem definidas para a gramínea isolada no 1º corte do solo LVa. Pode-se notar também, que em decorrência dos cortes sucessivos, com conseqüente redução da exportação do nutriente, no 3º corte as diferenças estatísticas entre as quatro menores relações $K/(Ca + Mg)$ em ambos os solos, praticamente inexistem. Cabe salientar que as gramíneas, no terceiro corte, apresentavam acentuados sintomas visuais de deficiência de K nas relações 1/32,5, 1/25, 1/17,5 e 1/12,5 no solo LVa e 1/65 e 1/50 no solo LR e sintomas iniciais de deficiência de K na relação 1/7,5 no solo LVa e 1/35 e 1/20 no solo LR.

Em uma análise generalizada, na qual procurou-se relacionar os valores médios, dos 3 cortes, das relações $K/(Ca+Mg)$ na matéria seca de todas as culturas com os valores das relações $K/(Ca + Mg)$ nos dois solos pode-se depreender, através das figuras 2(a,b), que tanto as culturas de gramínea como as de leguminosa apresentaram aumentos nos valores da relação $K/(Ca+Mg)$ na matéria seca proporcionais à elevação nos valores dessas relações em ambos os solos, cujos coeficientes de correlação entre as variáveis estudadas foram todos significativos a no mínimo 1% da probabilidade, conforme valores de r contidos nos quadros

QUADRO 11a. Equações de regressão e coeficientes de correlação (r) e determinação (r^2) obtidos entre a variável independente K/(Ca + Mg) no solo e as variáveis dependentes: K/(Ca + Mg) na matéria seca (média dos 3 cortes - $\overline{K/(Ca + Mg)}$) e produção de matéria seca total (somatória dos 3 cortes - MST), para as culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC). Solo - Iva (n = 12).

CULTURA	VAR. DEPENDENTE	EQUAÇÃO	r	r^2 (%)
GI	$\overline{K / (Ca + Mg)}$	Y = 0,041 + 4,253 x	0,990 ^{xxx1}	98,1
	MST	Y = 44,80 + 79,514 x	0,902 ^{xxx}	81,3
GC	$\overline{K / (Ca + Mg)}$	Y = 0,022 + 4,938 x	0,992 ^{xxx}	98,4
	MST	Y = 42,93 + 102,179 x	0,939 ^{xxx}	88,2
LI	$\overline{K / (Ca + Mg)}$	Y = 0,644 + 2,266 x	0,816 ^{xx2}	66,6
	MST	Y = 13,55 - 24,695 x	-0,811 ^{xx}	65,8
LC	$\overline{K / (Ca + Mg)}$	Y = 0,191 + 3,049 x	0,977 ^{xxxx}	95,4
	MST	Y = 1,595 - 3,984 x	-0,865 ^{xxxx}	74,8

1 - significativo a 0,1%

2 - significativo a 1%

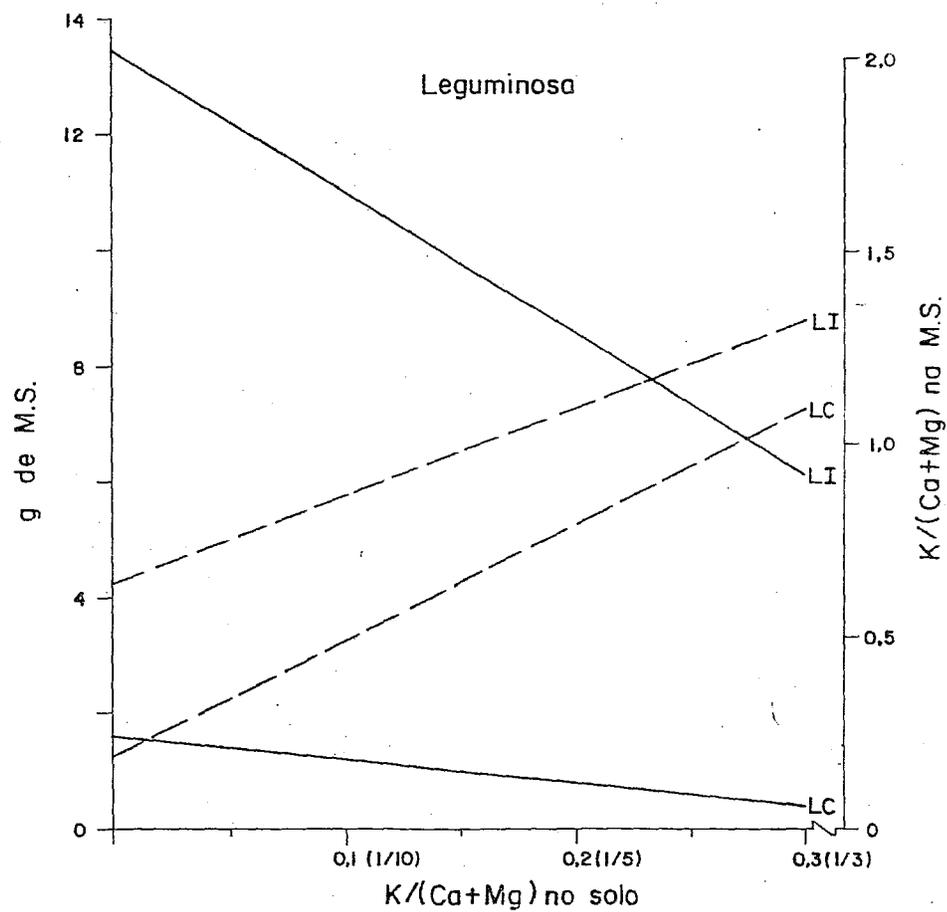
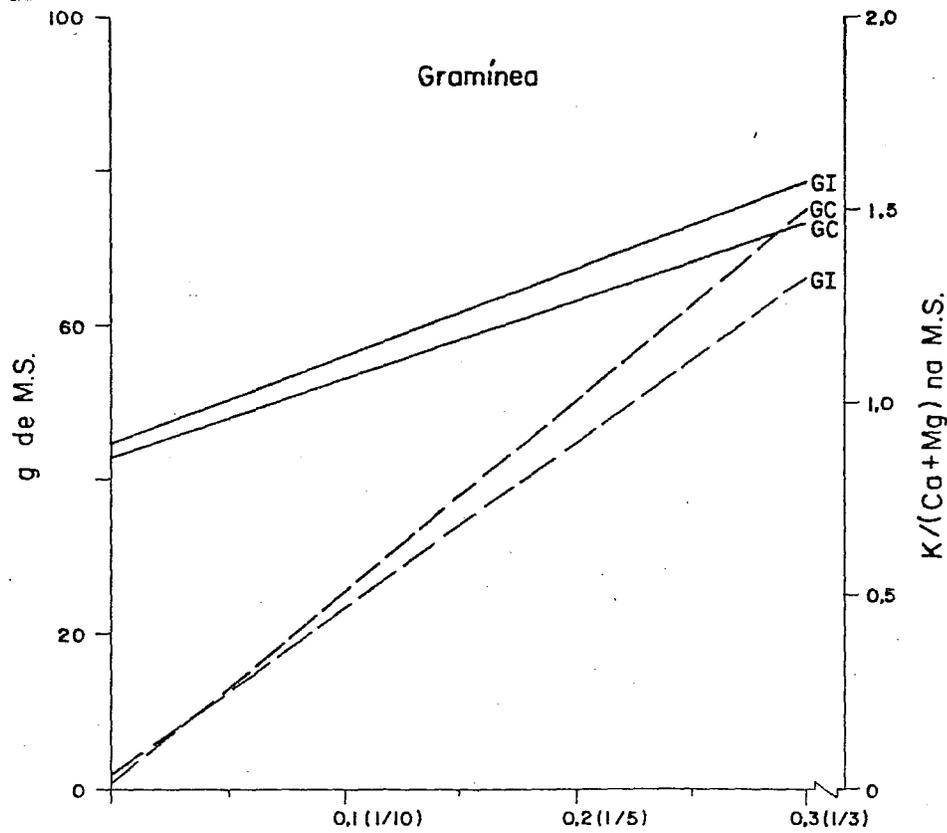


FIG. 2a. Produção total de matéria seca(—) e K/(Ca+Mg) na matéria seca(---) em função da relação K/(Ca+Mg) no solo, para as culturas de gramínea isolada(GI) e consorciada(GC) e leguminosa isolada(LI) e consorciada(LC). Solo Iva.

QUADRO 11b. Equações de regressão e coeficientes de correlação (r) e determinação (r^2) obtidos entre a variável independente K/(Ca + Mg) no solo e as variáveis dependentes: K/(Ca + Mg) na matéria seca (média dos 3 cortes - $\bar{K}/(\text{Ca} + \text{Mg})$) e produção de matéria seca total (soma dos 3 cortes - MST), para as culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC). Solo-LR (n = 12)

CULTURA	VAR. DEPENDENTE	EQUAÇÃO	r	r^2 (%)
GI	$\bar{K} / (\text{Ca} + \text{Mg})$	Y = -0,143 + 13,806 x	0,974 ^{xxx} 1	94,9
	MST	Y = 58,320 + 301,783 x	0,972 ^{xxx}	94,4
GC	$\bar{K} / (\text{Ca} + \text{Mg})$	Y = -0,097 + 13,430 x	0,997 ^{xxx}	99,4
	MST	Y = 55,020 + 327,778 x	0,991 ^{xxx}	98,2
LI	$\bar{K} / (\text{Ca} + \text{Mg})$	Y = 0,723 + 1,958 x	0,835 ^{xxx}	69,7
	MST	Y = 11,630 - 19,899 x	-0,553 n.s. 2	30,5
LC	$\bar{K} / (\text{Ca} + \text{Mg})$	Y = 0,174 + 5,746 x	-0,961 ^{xxx}	92,3
	MST	Y = 1,221 - 5,570 x	-0,934 ^{xxx}	87,2

1 - significativo a 0,1%

2 - não significativo

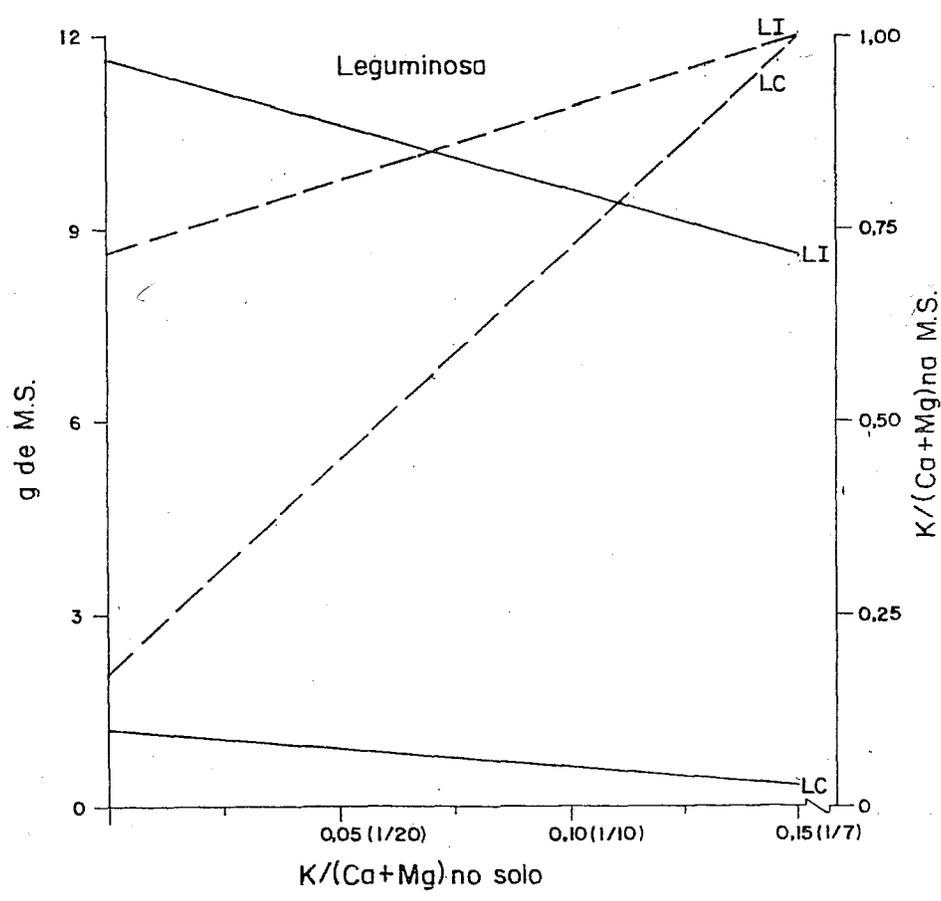
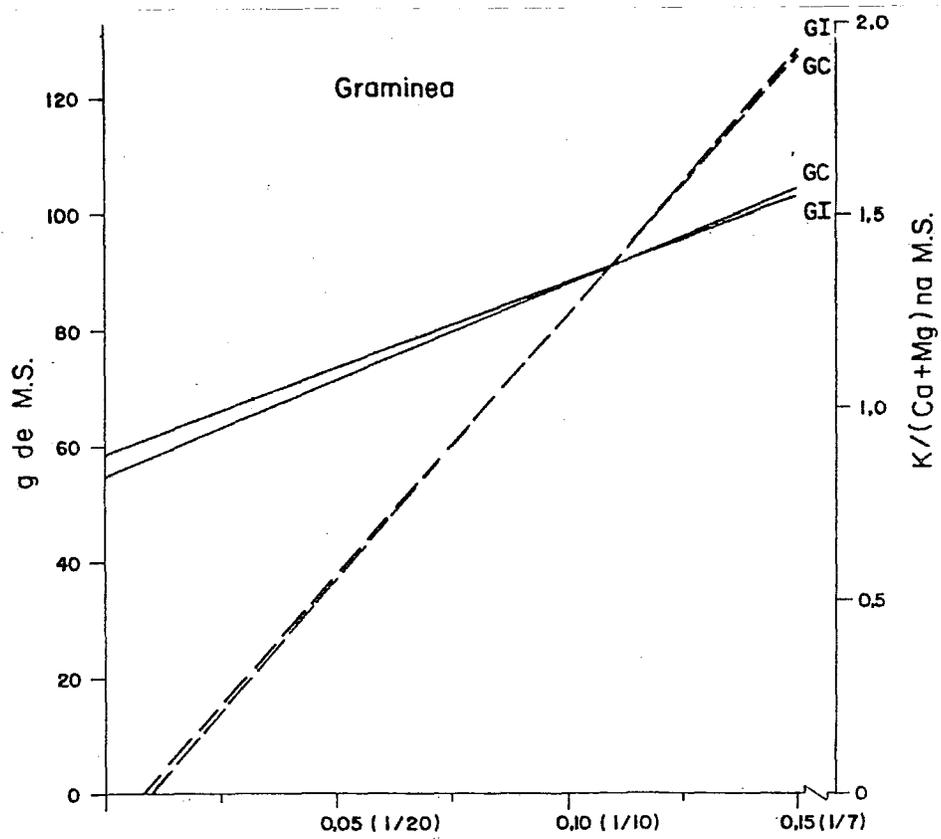


FIG. 2b. Produção total de matéria seca(—) e K/(Ca+Mg) na matéria seca(---) em função da relação K/(Ca+Mg) no solo , para as culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada(LC). Solo LR.

11(a,b). Estes resultados confirmam em parte os obtidos por MONTEIRO et alii (1980), que verificaram que o teor de K na matéria seca, tanto de gramínea isolada como consorciada, sofreu aumentos proporcionais às quantidades de K aplicado na adubação, enquanto nas leguminosas não mostrou variação significativa.

4.2.2. Absorção de potássio em função da relação $K/(Ca + Mg)$ na solução do solo.

O parâmetro utilizado neste trabalho para estimar a relação nutricional na solução do solo, entre o cátion monovalente K e os divalentes Ca + Mg, foi $pK - 0,5 p(Ca+Mg)$, ou seja, o potencial de potássio (mais especificamente potencial potássio-cálcio-magnésio). O estudo se fez através de análises de regressão simples, para cada corte e dentro de cada cultura tomando-se como variável independente os valores do potencial de potássio e como variável dependente os valores de relação $K/(Ca+Mg)$ na matéria seca, cujos coeficientes de correlação obtidos, bem como as equações de regressão, encontram-se nos quadros 12(a,b); a representação gráfica das equações de regressão obtidas encontram-se nas figuras 3(a,b).

Analisando-se as figuras 3(a e b) observa-se, para os 2 solos e dentro de cada corte, a diminuição na relação $K/(Ca+Mg)$ na matéria seca das gramíneas tanto isolada como consorciada, com o aumento do potencial de potássio nos solos, caracterizan-

QUADRO 12 a . Equações de regressão e coeficientes de correlação (r) e determinação (r^2) entre a variável independente potencial de potássio (pK - 0,5p (Ca+Mg) e a variável dependente K / (Ca + Mg) na matéria seca, nos 3 cortes, para as culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC). - Solo - Iva (n = 12)

CULTURA	CORTE	EQUAÇÃO	r	r^2 (%)
GI	1º	Y = 15,945 . 0,132 ^x	-0,955 ^{xxx1}	91,1
	2º	Y = 32,301 . 0,139 ^x	-0,955 ^{xxx}	91,2
	3º	Y = 32,033 . 0,162 ^x	-0,931 ^{xxx}	86,7
GC	1º	Y = 34,027 . 0,091 ^x	-0,974 ^{xxx}	94,9
	2º	Y = 27,399 . 0,152 ^x	-0,934 ^{xxx}	87,2
	3º	Y = 3,950 . 0,354 ^x	-0,922 ^{xxx}	85,0
LI	1º	Y = 1,616 . 0,692 ^x	-0,671 ^{x3}	45,0
	2º	Y = 3,569 . 0,474 ^x	-0,926 ^{xxx}	85,7
	3º	Y = 7,081 . 0,312 ^x	-0,755 ^{xx2}	57,0
LC	1º	Y = 8,283 . 0,230 ^x	-0,955 ^{xxx}	91,2
	2º	Y = 3,921 . 0,391 ^x	-0,932 ^{xxx}	87,0
	3º	Y = 12,960 . 0,203 ^x	-0,898 ^{xxx}	80,7

- 1 - significativo a 0,1%
 2 - significativo a 1%
 3 - significativo a 5%

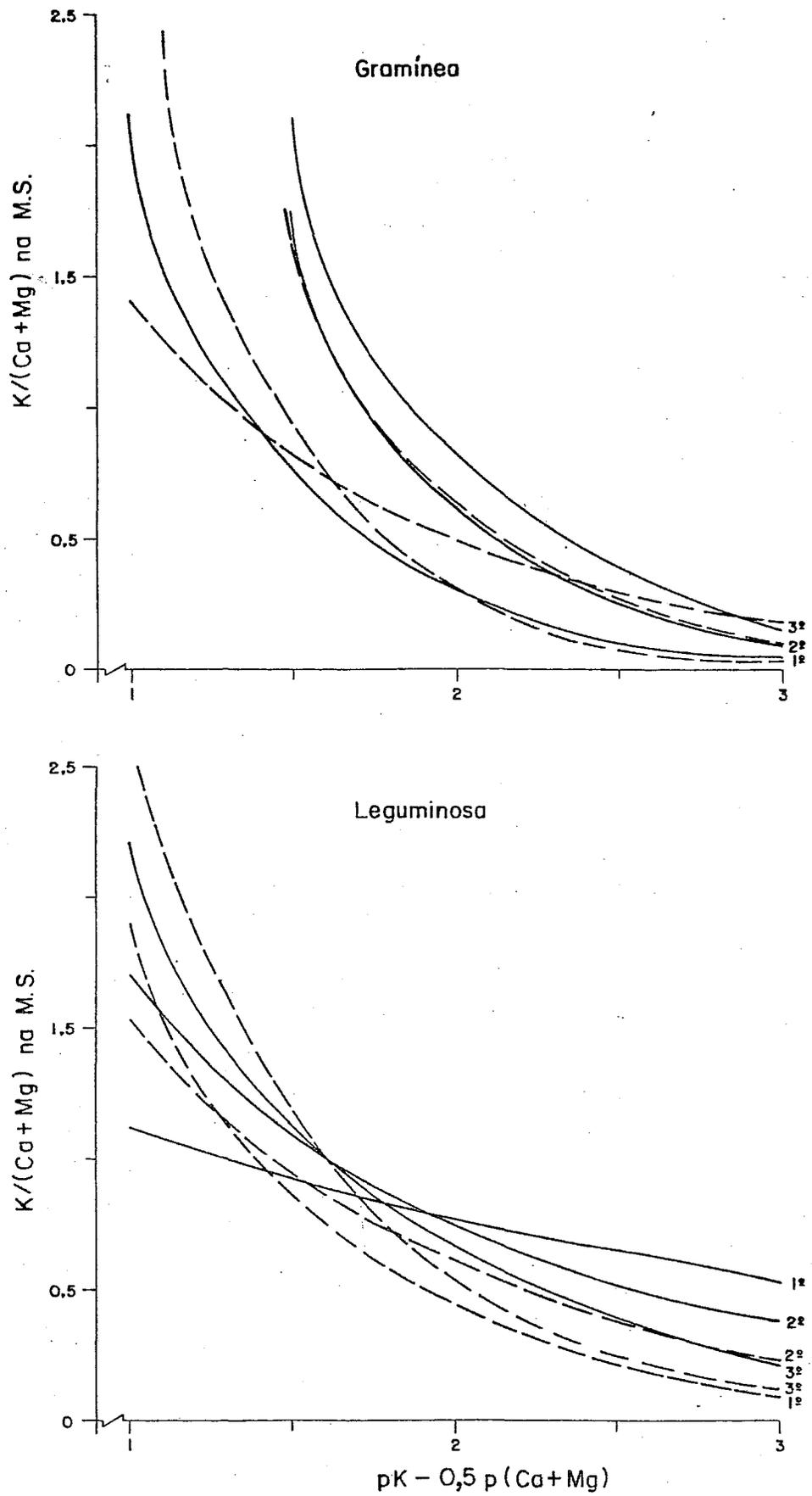


FIG. 3a. Relação K/(Ca+Mg) na matéria seca em função do potencial de potássio para as culturas de gramínea isolada(—) e consorciada (---) e leguminosa isolada (—) e consorciada(---), nos 3 cortes - Solo LVa.

QUADRO 12 b . Equações de regressão e coeficientes de correlação (r) e determinação (r^2) entre a variável independente potencial de potássio (pK - 0,5p (Ca+Mg) e a variável dependente K / (Ca + Mg) na matéria seca, nos 3 cortes, para as culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC). Solo - LR (n = 12).

CULTURA	CORTE	EQUAÇÃO	r	r^2 (%)
GI	1º	Y = 24,683 . 0,101 ^x	-0,993 ^{xxx} ¹	98,5
	2º	Y = 187,543 . 0,079 ^x	-0,930 ^{xxx}	86,4
	3º	Y = 7687886,95 . 0,001 ^x	-0,880 ^{xxx}	77,4
GC	1º	Y = 23,030 . 0,108 ^x	-0,978 ^{xxx}	95,7
	2º	Y = 98,270 . 0,114 ^x	-0,882 ^{xxx}	77,8
	3º	Y = 86919,14 . 0,008 ^x	-0,899 ^{xxx}	80,8
LI	1º	Y = 1,020 . 0,924 ^x	-0,476 n.s. ³	22,6
	2º	Y = 1,373 . 0,739 ^x	-0,788 ^{xx} ²	62,2
	3º	Y = 1,850 . 0,619 ^x	-0,883 ^{xxx}	77,9
LC	1º	Y = 6,774 . 0,234 ^x	-0,942 ^{xxx}	88,7
	2º	Y = 3,407 . 0,448 ^x	-0,804 ^{xx}	64,6
	3º	Y = 95962,62 . 0,006 ^x	-0,864 ^{xxx}	74,7

- 1 - significativo a 0,1 %
2 - significativo a 1 %
3 - não significativo

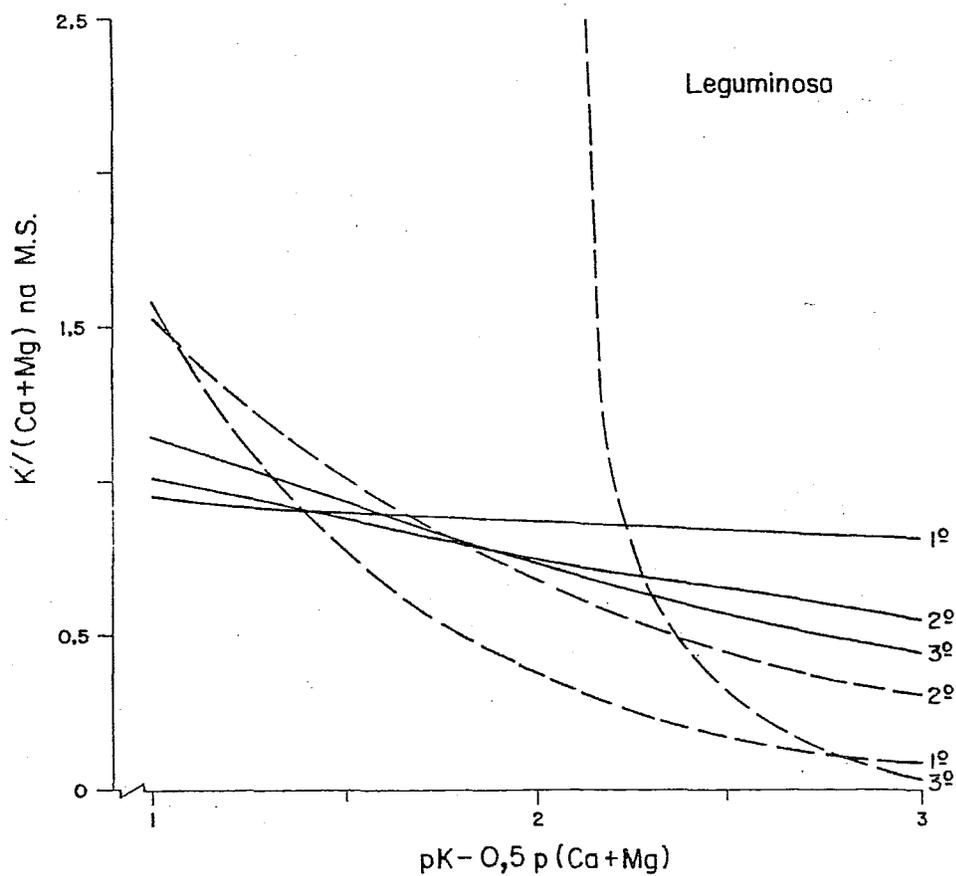
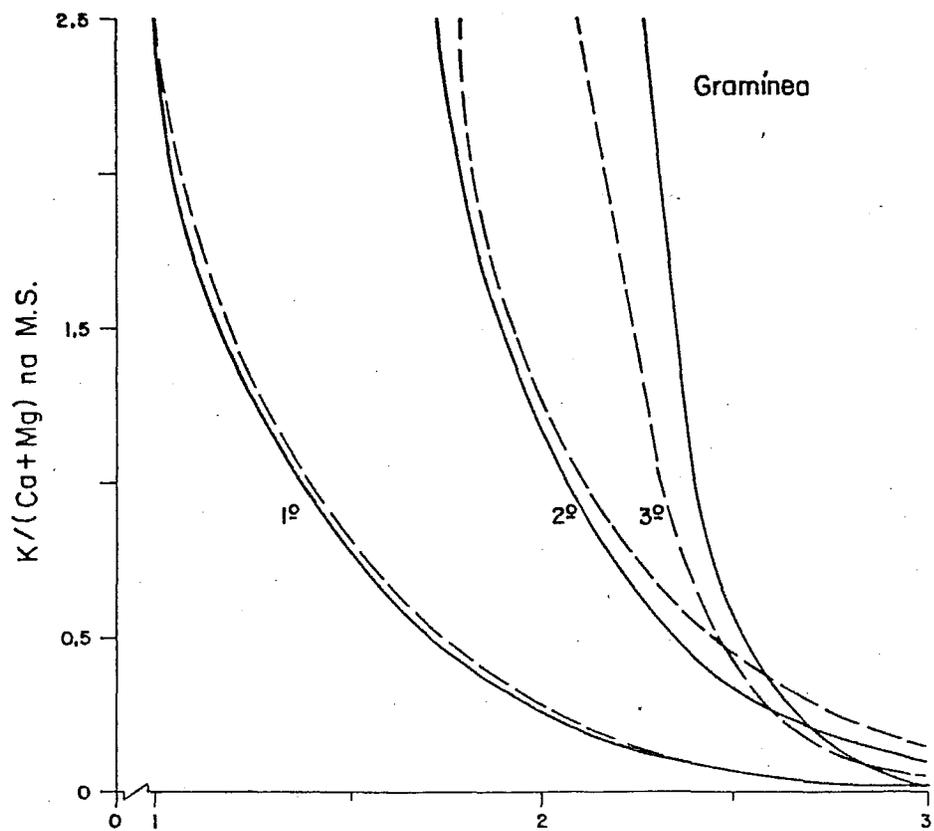


FIG. 3b. Relação K/(Ca+Mg) na matéria seca em função do potencial de potássio para as culturas de gramínea isolada (—) e consorciada(---) e leguminosa isolada(—) e consorciada(---), nos 3 cortes. Solo LR.

do-se como uma diminuição na absorção de K proporcional à diminuição nos valores da atividade de K em relação à atividade de Ca + Mg . Estas tendências tornam-se bastante evidentes pelos valores dos coeficientes de correlação obtidos (quadros 12 a,b) , sendo todos significativos a 0,1% de probabilidade, tanto para a gramínea isolada como consorciada. Estes resultados confirmam os obtidos por ARNOLD et alii (1968), ACQUAYE et alii (1967), ZANDSTRA e MACKENZIE (1968), GRAHAM e FOX (1971), BRAGA (1972) , ACQUAYE (1973), SIMONIS (1982) e BULL (1983), embora as plantas-teste utilizadas por estes autores variem e sejam diferentes das do presente trabalho.

Ainda nas figuras 3(a,b) observa-se que, a exemplo do ocorrido com as gramíneas, as leguminosas também mostram tendência de diminuição na absorção de K proporcional à diminuição nos valores da atividade de K em relação à atividade de Ca + Mg, embora, para a leguminosa isolada, as tendências não sejam tão pronunciadas, principalmente no solo LR, o que pode ser confirmado pelos menores valores de coeficientes de correlação (quadros 12 a,b), chegando inclusive à ausência de significância no 1º corte no solo LR. Nota-se também, principalmente no solo LR, que a leguminosa consorciada apresenta as curvas de variação nos valores de $K/(Ca+Mg)$ na matéria seca, de certa forma diferentes das curvas da leguminosa isolada, tendendo a se assemelharem às das gramíneas, o que poderia ser atribuído às maiores variações nos va-

lôres de potencial de potássio dos solos cultivados com a leguminosa consorciada, que em razão da maior exportação de K apresentaram maiores variações nos níveis do nutriente na solução do solo, concorrendo para um aumento nas variações dos valores do potencial de potássio do 1º para o 3º corte, o que pode ser visualizado na Figura 4 que representa a evolução dos valores de potencial de potássio em função dos cortes sucessivos, dentro das diferentes relações $K/(Ca + Mg)$ nos dois solos. De forma generalizada, observa-se também na Figura 4, que ao contrário da leguminosa consorciada e das gramíneas, a leguminosa isolada promoveu pequenas variações nos valores de potencial de potássio do 1º para o 3º corte, praticamente dentro de todas as relações $K/(Ca + Mg)$ dos dois solos.

De acordo com Woodruff (1955) citado por FASSBENDER e LAROCHE (1968) solos com valores de $pK-0,5pCa$ maiores que 2,6 são associados com deficiência de K. Embora neste trabalho o parâmetro utilizado como potencial de potássio considere além do Ca também o Mg, em vista da semelhança que os dois cátions exibem nas propriedades de troca (GETHING, 1962), pode-se sugerir, para as gramíneas isolada e consorciada e leguminosa consorciada utilizadas neste trabalho, que valores maiores que 2,6 podem ser considerados como indicativos de deficiência de K em solos, também para $pK - 0,5 p(Ca+Mg)$; transformando-se em energia livre do K no solo, chega-se a um valor de $\Delta\bar{G}$ igual -3546 cal/eg, pouco

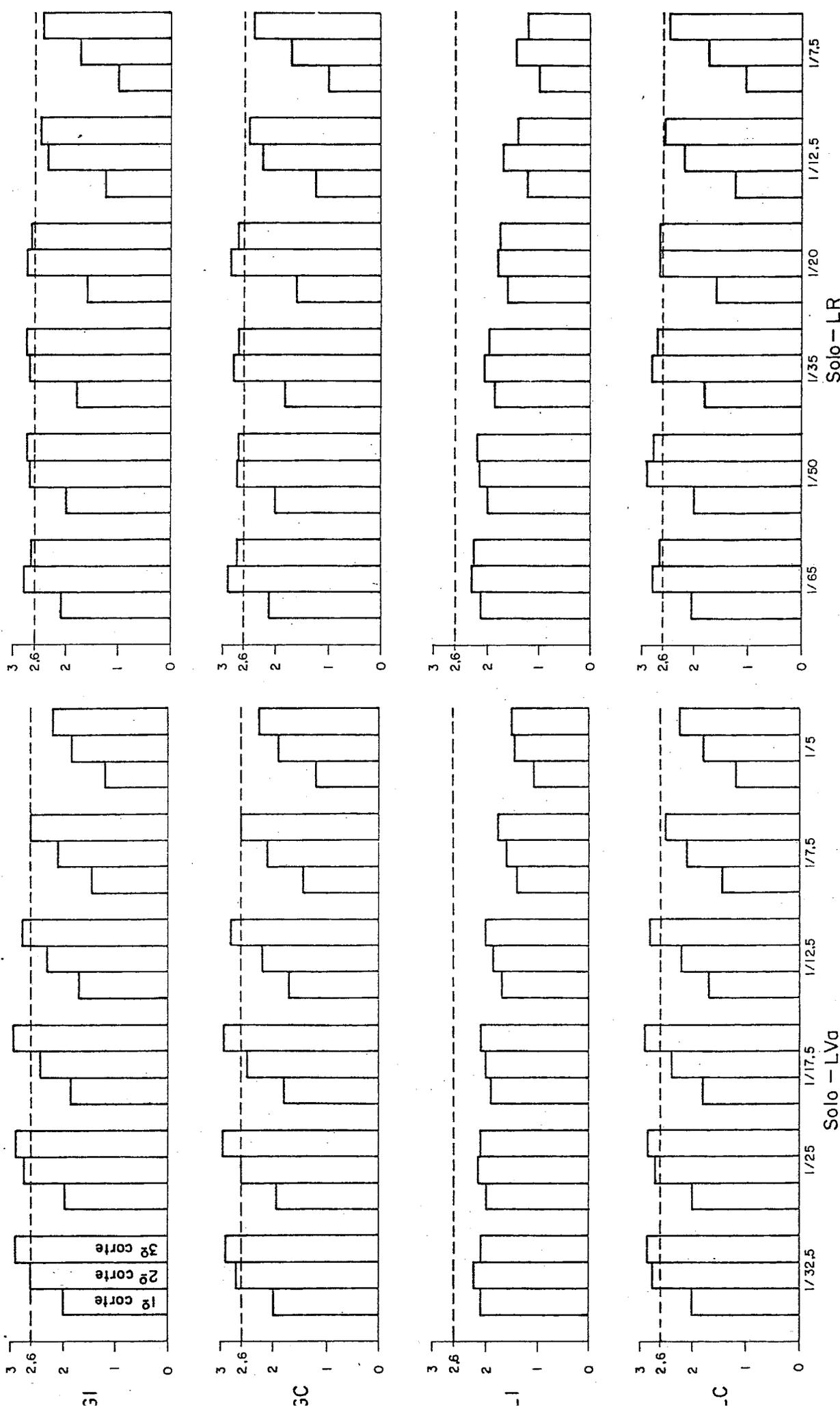


FIG. 4. Evolução dos valores de potencial de potássio (pk-0,5p(Ca+Mg) nas diferentes relações K/(Ca+Mg) e nos dois solos, em função dos sucessivos cortes, para as culturas de grama isolada (GI) e consorciada (GC) e leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC).

superior ao valor limite (-4000 cal/eg) sugerido por Woodruff e Mackintosh em 1960 e praticamente idêntico ao valor (-3500 cal / eg) sugerido por Woodruff em 1955, conforme citações feitas por KHASAWNEH (1971). Tais considerações são baseadas nos resultados de potencial de potássio expressos graficamente na figura 4 e nos sintomas visuais de deficiência de K observado para as gramíneas e para a leguminosa consorciada, conforme relatado no item 4.2.1.

4.3. Influência da relação K/Ca+Mg) do solo na produção de matéria seca.

Em razão da grande diferença entre os valores de matéria seca de gramíneas e leguminosas, optou-se, seguindo recomendações de MISCHAN^(*), por se executar as análises de variância - com os dados obtidos de matéria seca, separados em gramíneas e leguminosas.

4.3.1. Gramíneas

As análises de variância dos dados de produção de matéria seca das gramíneas isolada e consorciada, para os dois solos e nos 3 cortes são apresentados nos quadros 13 e 14(a,b).

Analisando-se os quadros 13 e 14(a), referentes aos valores de F na análise de variância, observa-se que houve influência do tipo de cultura na produção de matéria seca, apenas no

(*) M.M.MISCHAN, Dept^o de Bioestatística, IBBMA/UNESP, Botucatu, comunicação pessoal.

QUADRO 13a. Valores de F na análise de variância dos resultados obtidos de produção de matéria seca, para as culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC), nos 3 cortes, solo - Lva.

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L.	F(1º CORTE)	F(2º CORTE)	F(3º CORTE)
Culturas (C)	1	1,52 n.s. ²	0,04 n.s.	2,52 n.s.
Relações K/(Ca + Mg) (R)	5	4,35 *1	10,24 *	54,78 *
Interação C x R	5	0,71 n.s.	1,60 n.s.	0,26 n.s.
Resíduo	12			
		CV% = 7,61	CV% = 7,66	CV% = 4,66

1 - significativo ao nível de 5%

2 - não significativo

QUADRO 13 b. - Valores médios de produção de matéria seca (g/vaso) para as culturas de graminária isolada (GI) e graminária consorciada (GC) - Solo - Lva.

CULTURAS (C)	RELAÇÃO K / (Ca + Mg) (R)				Médias de C (\bar{C})
	1/32,5	1/25,0	1/17,5	1/12,5	
			1/7,5	1/5,0	
1ª CORTE					
GI	15,24	14,64	14,50	15,75	16,52
GC	15,80	14,80	16,36	15,12	18,10
Médias de R(\bar{R})	15,52 AB ¹	14,41 B	15,43 AB	15,44 AB	17,31 A
D.M.S. (Tukey) a 5%	$\bar{R} = 2,89$				
2ª CORTE					
GI	16,90	16,78	16,49	18,33	21,85
GC	15,90	15,70	19,41	17,25	20,91
Médias de R(\bar{R})	16,40 C	16,24 C	17,95 BC	17,79 C	21,38 A
D.M.S. (Tukey) a 5%	$\bar{R} = 3,36$				
3ª CORTE					
GI	15,13	15,88	16,56	17,59	20,02
GC	14,09	15,83	16,13	16,53	19,77
Médias de R(\bar{R})	14,61 D	15,85 CD	16,34 CD	17,06 C	19,89 B
D.M.S. (Tukey) a 5%	$\bar{R} = 1,97$				

1. Médias com letras maiúsculas diferentes na mesma linha, diferem estatisticamente entre si.

QUADRO 14a. Valôres de F na análise de variância dos resultados obtidos de produção de matéria seca, para as culturas de gramínea isolada (GI) e consorciada (GC), nos 3 cortes solo - LR

FONTE DE VARIÇÃO	G.L.	F (1º CORTE)	F (2º CORTE)	F (3º CORTE)
Culturas (C)	1	8,00 ^{*1}	0,00 n.s.	5,59 [*]
Relações K/(Ca + Mg) (R)	5	26,06 [*]	62,20 [*]	181,77 [*]
Interação C x R	5	0,28 n.s. ²	1,54 n.s.	0,68 n.s.
Resíduo				
		CV% = 5,35	CV% = 5,41	CV% = 3,29

1 - significativo ao nível de 5%

2 - não significativo

QUADRO 14 b. - Valores médios de produção de matéria seca (g/vaso) para as culturas de graminea isolada (GI) e graminea consorciada (GC) - Solo - LR

CULTURAS (C)	RELAÇÃO K / (Ca + Mg) (R)				Médias de C (\bar{C})	
	1/65,0	1/50,0	1/35,0	1/20,0	1/12,5	1/7,5
1º CORTE						
GI	24,03	21,88	25,14	26,14	29,99	31,59
GC	22,46	20,41	23,70	25,30	28,78	28,63
Médias de R(\bar{R})	23,24 BC ¹	21,15 C	24,42 B	25,74 B	29,38 A	30,11 A
D.M.S. (Tukey) a 5%		$\bar{R} = 3,26$				$\bar{C} = 1,22$
2º CORTE						
GI	21,62	21,87	24,40	27,81	32,64	34,91
GC	22,65	21,52	24,80	25,40	31,32	37,71
Médias de R(\bar{R})	22,14 D	21,69 D	24,60 CD	26,60 C	31,98 B	36,31 A
D.M.S. (Tukey) a 5%		$\bar{R} = 3,50$				
3º CORTE						
GI	15,90	17,62	18,52	21,89	24,05	27,78
GC	14,69	17,62	17,73	20,76	23,18	27,86
Médias de R(\bar{R})	15,30 E	17,62 D	18,13 D	21,32 C	23,62 B	27,82 A
D.M.S. (Tukey) a 5%		$\bar{R} = 1,61$			$\bar{C} = 0,60$	

1. Médias com letras maiúsculas diferentes na mesma linha, diferem estatisticamente entre si.

2. Médias com letras minúsculas diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si.

1º e 3º cortes do solo LR, cujos valores de F obtidos são significativos ao nível de 5% de probabilidade; observa-se também, para ambos os solos e nos 3 cortes, que a produção de matéria seca das gramíneas foi influenciada pela relação $K/(Ca + Mg)$ no solo, com valores de F todos significativos a 5% de probabilidade. Entretanto, em ambos os solos e nos 3 cortes, não se observam efeitos da interação cultura x relação (CxR) sobre a produção de matéria seca das gramíneas, pois nenhum valor de F de interação apresentou significância.

Nos quadros 13 e 14(b) encontram-se os valores médios de produção de matéria seca para as duas culturas de gramínea, - nos dois solos e nos 3 cortes. Analisando-se as médias de culturas (\bar{C}) para o solo LR, no quadro 14 b, verifica-se que a gramínea isolada apresentou maior produção de matéria seca que a gramínea consorciada, cujas médias foram diferentes estatisticamente, embora, como já discutido no item 4.1.1., a gramínea sob consorciação apresentasse certa tendência de absorver maiores quantidades de K. Já para o solo LVa, as médias de produção de matéria seca (quadro 9 b) mostram que não houve diferença estatística entre as duas culturas, nos 3 cortes realizados.

Ainda nos quadros 13 e 14(b), verifica-se a influência positiva do aumento da relação $K/(Ca + Mg)$ do solo sobre a produção de matéria seca das gramíneas, pois as médias de relações (\bar{R}) mostram aumentos na produção de matéria seca das culturas prati-

camente proporcionais aos aumentos nas relações $K/(Ca + Mg)$ no solo, com as diferenças acentuando-se do 1º para o 3º corte, podendo-se inferir, com base nas figuras 2(a,b), que estes aumentos de produção são devidos a aumentos na relação $K/(Ca + Mg)$ na matéria seca, como consequência de elevações na absorção de K. Estes resultados confirmam os obtidos por BRAGA e RAMOS (1978), MONTEIRO et alii (1980) e STEFFENS e MENGEL (1982), entretanto, CHEVALIER (1983) e FERREIRA (1984) não observaram aumentos de produção de gramíneas forrageiras proporcionais aos teores de K na matéria seca.

A figura 1 mostra ter ocorrido relação inversa entre os teores de K e $Ca + Mg$ na matéria seca das gramíneas, entretanto os dados de produção de matéria seca (quadros 13 e 14,b) demonstram, mesmo nas maiores relações $K/(Ca+Mg)$ nos solos, que a diminuição na absorção de $Ca + Mg$ em decorrência de aumentos na absorção de K, não apresentou efeitos prejudiciais no crescimento das gramíneas, ao contrário, favorecendo a produção de matéria seca tanto na gramínea isolada como na consorciada. Isto sugere, dentro dos limites das relações $K/(Ca + Mg)$ no solo utilizados neste trabalho, que quanto maior a relação nutricional entre o cátion monovalente K e os divalentes $Ca + Mg$, maior será o desenvolvimento das gramíneas forrageiras utilizadas neste trabalho.

4.3.2. Leguminosas

Nos quadros 15 e 16(a,b) são apresentados os resultados das análises de variância dos dados de produção de matéria seca das leguminosas isolada e consorciada, para ambos os solos e nos 3 cortes.

Da análise dos quadros 15 e 16(a), referente aos valores de F na análise de variância, verifica-se que houve influência do tipo de cultura (C), e da relação $K/(Ca + Mg)$ do solo (R), na produção de matéria seca das leguminosas, em ambos os solos e nos 3 cortes realizados, cujos valores de F obtidos foram todos significativos ao nível de 5% de probabilidade; observa-se também, que os valores de F para a interação CxR foram todos significativos a 5% de probabilidade, também em ambos os solos e nos 3 cortes, o que tornou necessário o desdobramento desses graus de liberdade, sendo conveniente avaliar os efeitos das variações nas relações $K/(Ca + Mg)$ no solo sobre as produções de matéria seca das duas culturas, dentro de cada relação estudada. Os valores significativos de F obtidos com o desdobramento mostram que houve significância para relações $K/(Ca + Mg)$ dentro da leguminosa isolada, em ambos os solos e nos 3 cortes, entretanto, à exceção do 2º corte no solo LR, não se observou significância para relações dentro da leguminosa consorciada; no desdobramento de culturas dentro de cada relação $K/(Ca + Mg)$ no solo, os valores de F obtidos foram todos significativos ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 15a . Valôres de F na análise de variância dos resultados obtidos de produção de matéria seca, para as culturas de leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC), nos 3 cortes - solo LVa

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L.	F (1º CORTE)	F (2º CORTE)	F (3º CORTE)
Culturas (C)	1	142,40* ¹	963,65*	2487,25*
Relações K/(Ca + Mg) (R)	5	10,40*	16,54*	12,09*
Interação C x R	5	6,76*	11,83*	8,98*
Resíduo	12			
		CV% = 21,26	CV% = 13,32	CV% = 8,61
Relações d. LI	5	16,16*	28,16*	20,77*
Relações d. LC	5	1,01 n.s. ²	0,21 n.s.	0,34 n.s.
Culturas d. R.	1	8,99*	157,47*	387,87*
Culturas d. R.	1	44,57*	251,01*	548,25*
Culturas d. R.	1	48,93*	238,13*	406,08*
Culturas d. R.	1	42,05*	216,23*	475,92*
Culturas d. R.	1	31,51*	112,07*	491,71*
Culturas d. R.	1	0,22 n.s.	48,00*	222,42*

1 - significativo ao nível de 5%

2 - não significativo

QUADRO 15 b - Valores médios de produção de matéria seca (g/vaso) para as culturas de leguminosa isolada (LI) e leguminosa consorciada (LC) - solo - LVA

CULTURAS (C)	RELAÇÃO K / (Ca + Mg) (R)				Médias de C (\bar{C})		
	1/32,5	1/25,0	1/17,5	1/12,5		1/7,5	1/5,0
LI	1,48 A ¹ a	2,21 A a	2,24 A a	1,98 A a	1,72 A a	0,45 B a	1,68 a
LC	0,78 b	0,64 b	0,59 b	0,45 b	0,39 b	0,34 a	0,53 b
Médias de R(\bar{R})	1,13 A	1,43 A	1,42 A	1,21 A	1,06 A	0,40 B	
D.M.S. (Tukey) a 5%		$\bar{R} = 0,56$	$\bar{C} = 0,21$	$R\&C = 0,79$			$CdR = 0,51$
1º CORTE							
LI	2,85 BC a	3,56 A a	3,49 AB a	3,33 AB a	2,37 C a	1,58 D a	2,86 a
LC	0,26 b	0,29 b	0,31 b	0,29 b	0,18 b	0,14 b	0,24 b
Médias de R(\bar{R})	1,55 AB	1,92 A	1,90 A	1,81 A	1,27 BC	0,86 C	
D.M.S. (Tukey) a 5%		$\bar{R} = 0,49$	$\bar{C} = 0,18$	$R\&C = 0,69$			$CdR = 0,45$
2º CORTE							
LI	6,60 A a	7,53 A a	6,70 A a	7,18 A a	7,27 A a	4,80 B a	6,68 a
LC	0,56 b	0,36 b	0,52 b	0,50 b	0,48 b	0,23 b	0,44 b
Médias de R(\bar{R})	3,58 A	3,94 A	3,61 A	3,84 A	3,87 A	2,52 B	
D.M.S. (Tukey) a 5%		$\bar{R} = 0,73$	$\bar{C} = 0,27$	$R\&C = 1,03$			$CdR = 0,67$
3º CORTE							

1. Médias com letras maiúsculas diferentes na mesma linha, diferem estatisticamente entre si.

2. Médias com letras minúsculas diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si.

QUADRO 16a. Valores de F na análise de variância de resultados obtidos de produção de matéria seca, para as culturas de leguminosa isolada (LI) e consorciada (LC), nos 3 cortes - solo LR

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L.	F (1º CORTE)	F (2º CORTE)	F (3º CORTE)
Culturas (C)	1	148,38 ^{*1}	2040,61 [*]	1383,97 [*]
Relações K/(Ca + Mg) (R)	5	3,61 [*]	12,79 [*]	6,02 [*]
Interação C x R	5	5,08 [*]	11,48 [*]	4,86 [*]
Resíduo	12			
		CV% = 19,54	CV% = 7,12	CV% = 12,19
Relações d. LI	5	7,21 [*]	239,07 [*]	10,86 [*]
Relações d. LC	5	1,53 n.s. ²	3,74 [*]	0,04n.s
Culturas d. R. 1/65,0	1	12,98 [*]	2955,71 [*]	313,14 [*]
Culturas d. R. 1/50,0	1	9,58 [*]	3663,55 [*]	244,18 [*]
Culturas d. R. 1/35,0	1	9,75 [*]	3014,77 [*]	242,65 [*]
Culturas d. R. 1/20,0	1	60,73 [*]	5789,91 [*]	260,12 [*]
Culturas d. R. 1/12,5	1	61,56 [*]	3676,65 [*]	225,05 [*]
Culturas d. R. 1/ 7,5	1	19,16 [*]	1887,90 [*]	123,10 [*]

1 - significativo ao nível de 5%

2 - não significativo

QUADRO 16 b. - Valores médios de produção de matéria seca (g/vaso) para as culturas de legumi-
nosa isolada (LI) e leguminosa consorciada (LC) - solo - LR.

CULTURAS (C)	RELAÇÃO K / (Ca + Mg) (R)				Médias de C (\bar{C})	
	1/65,0	1/50,0	1/35,0	1/20,0	1/12,5	1/7,5
LI	1,32 AB ¹ a ²	1,26 BC a	1,14 C a	1,94 A a	1,80 AB a	1,10 C a
LC	0,64 b	0,68 b	0,56 b	0,48 b	0,32 b	0,28 b
Médias de R(\bar{R})	0,98 AB	0,97 AB	0,85 AB	1,21 A	1,06 AB	0,69 B
D.M.S. (Tukey) a 5%		$\bar{R} = 0,44$	$\bar{C} = 0,17$	$RdC = 0,63$		$CdR = 0,41$
1ª CORTE						
LI	2,68 C a	2,94 B a	2,84 B a	3,72 A a	2,94 B a	2,15 D a
LC	0,16 AB b	0,14 B b	0,30 A b	0,20 AB b	0,14 B b	0,14 B b
Médias de R(\bar{R})	1,42 C	1,54 B	1,57 B	1,96 A	1,54 B	1,14 D
D.M.S. (Tukey) a 5%		$\bar{R} = 0,11$	$\bar{C} = 0,04$	$RdC = 0,16$		$CdR = 0,10$
2ª CORTE						
LI	6,50 A a	6,64 A a	6,66 A a	6,86 A a	6,38 A a	4,68 B a
LC	0,28 b	0,26 b	0,30 b	0,28 b	0,25 b	0,14 b
Médias de R(\bar{R})	3,89 A	3,45 A	3,48 A	3,57 A	3,31 AB	2,42 B
D.M.S. (Tukey) a 5%		$\bar{R} = 0,97$	$\bar{C} = 0,36$	$RdC = 1,37$		$CdR = 0,89$
3ª CORTE						
LI	6,50 A a	6,64 A a	6,66 A a	6,86 A a	6,38 A a	4,68 B a
LC	0,28 b	0,26 b	0,30 b	0,28 b	0,25 b	0,14 b
Médias de R(\bar{R})	3,89 A	3,45 A	3,48 A	3,57 A	3,31 AB	2,42 B
D.M.S. (Tukey) a 5%		$\bar{R} = 0,97$	$\bar{C} = 0,36$	$RdC = 1,37$		$CdR = 0,89$

1. Médias com letras maiúsculas diferentes na mesma linha, diferem estatisticamente entre si.

2. Médias com letras minúsculas diferentes na mesma coluna, diferem estatisticamente entre si.

de, para ambos os solos e nos 3 cortes, exceção feita para culturas dentro da relação 1/5, no 1º corte no solo LVa.

Comparando-se as médias de culturas (\bar{C}) para a produção de matéria seca nos quadros 15 e 16(b), observa-se, para ambos os solos e nos 3 cortes, que a leguminosa isolada foi sempre superior à consorciada na produção de matéria seca, cujas médias foram sempre diferentes estatisticamente entre si. Esta grande diferença na produção de matéria seca entre as duas leguminosas pode ser atribuída ao menor desenvolvimento da leguminosa consorciada, que por se encontrar cultivada juntamente com a gramínea, sofreu os efeitos de competição por nutrientes, já que a gramínea praticamente não teve o seu desenvolvimento prejudicado pelo fato de se encontrar consorciada com a leguminosa. É de se esperar que a competição por nutrientes não tenha se restringido apenas aos três cátions analisados neste trabalho, mas também por todos os outros elementos essenciais ao crescimento vegetativo, reduzindo em muito o crescimento da leguminosa, o que dificulta uma análise conclusiva sobre os efeitos das relações $K/(Ca + Mg)$ no solo sobre a produção de matéria seca da leguminosa consorciada; acrescenta-se ainda a ausência de diferenças significativas, nas médias de matéria seca da leguminosa consorciada, entre as diferentes relações $K/(Ca + Mg)$ em ambos os solos e nos 3 cortes, com exceção apenas no 2º corte do solo LR, que apresenta diferença significativa entre as médias, porém sem uma tendência -

definida. Entretanto, a análise de regressão correlacionando a produção de matéria seca total nos 3 cortes da leguminosa consorciada com as relações $K/(Ca + Mg)$ em ambos os solos, apresentou valores de r (quadro 11 a,b) altamente significativos, demonstrando, pelas Figuras 2(a,b), que a produção de matéria seca da leguminosa consorciada tende a diminuir com o aumento da relação $K/(Ca + Mg)$ no solo, o que poderia ser atribuído aos aumentos no desenvolvimento das gramíneas consorciadas proporcionais aos aumentos nos níveis de K em razão dos aumentos nas relações $K/(Ca + Mg)$ no solo, contrariando os resultados obtidos por MONTEIRO et alii (1980), STEFFENS e MENGEL (1982) e CHEVALIER(1983).

Ainda pelos quadros 10 e 11(b), verifica-se, em ambos os solos e nos 3 cortes, que houve influência da relação $K/(Ca+Mg)$ do solo na produção de matéria seca da leguminosa isolada. Os dados mostram que a influência é verificada de forma bem definida, apenas quando o nível de K no solo é muito elevado, o que ocorreu nas relações 1/5 no solo LVa e 1/7,5 no solo LR, concorrendo para uma absorção excessiva de K , em detrimento da absorção de $Ca + Mg$ (Figura 1), o que, ao contrário das gramíneas, demonstra ter sido prejudicial ao desenvolvimento da leguminosa isolada. Entretanto, pode-se sugerir, com base nos maiores valores de matéria seca, embora nem sempre diferentes estatisticamente dos demais, que relações $K/(Ca + Mg)$ no solo em torno da variação 1/25-1/20 são as mais apropriadas para o cultivo isolado da leguminosa forrageira utilizada neste trabalho.

5 - CONCLUSÕES

- 1 - A leguminosa apresentou maior absorção de K e de Ca+Mg que a gramínea, sendo que o sistema de consorciação in fluiu apenas na leguminosa.
- 2 - Tanto as culturas de gramínea como as de leguminosa apresentaram aumentos nos valores da relação $K/(Ca + Mg)$ na matéria seca, proporcionais à elevação dessas relações em ambos os solos.
- 3 - Os aumentos na absorção de K em função da elevação nas relações $K/(Ca + Mg)$ nos solos, promoveram decréscimos proporcionais na absorção de Ca + Mg por todas as culturas.
- 4 - Tanto as culturas de gramínea como as de leguminosa apresentaram diminuição na relação $K/(Ca + Mg)$ na matéria seca, proporcional à elevação do potencial de po-

tássio, nos 3 cortes em ambos os solos, sendo que a leguminosa isolada apresentou tendência menos pronunciada.

- 5 - Os dados obtidos sugerem que valores de $pK-0,5p(Ca+Mg)$ maiores que 2,6 indicam deficiência de K em solos para as culturas de gramínea isolada e consorciada e leguminosa consorciada.
- 6 - As culturas de gramínea apresentaram aumentos na produção de matéria seca proporcionais aos aumentos das relações $K/(Ca + Mg)$ nos solos, sugerindo, dentro dos limites das relações $K/(Ca + Mg)$ utilizados neste trabalho, que quanto maior o valor dessa relação, maior será o desenvolvimento das culturas de gramínea estudadas.
- 7 - A leguminosa cultivada isoladamente apresentou decréscimos na produção de matéria seca apenas na maior relação $K/(Ca + Mg)$ de cada solo, entretanto, os dados obtidos sugerem que relações $K/(Ca + Mg)$ no solo em torno da variação $1/25 - 1/20$ são as mais apropriadas para o cultivo isolado da leguminosa estudada; os dados obtidos não permitem uma análise conclusiva para a leguminosa consorciada.

6 - LITERATURA CITADA

ACQUAYE, D.K.; A.J. Mac LEAN e H.M. RICE, 1967. Potential and capacity of potassium in some soils of Ghana. Soil Sci., Baltimore, 103:79-89.

ACQUAYE, D.K., 1973. Factors determining the potassium supplying power of soils in Ghana. In: Potassium on Tropical Crops and Soils. Proceedings of the 10th Colloquium of the International Potash Institute, Abidjan/Republic of Ivory Coast. 51-102

ADDISCOTT, T.M. e O. TALIBUDEEN, 1969. La capacidad tampón de las reservas potássicas de los suelos. Revista de la Potasa, Berna, 4(45):1-27.

ANÔNIMO (S/D). Reacciones químicas del suelo - El potasio en los suelos. pag. 289-302. (cópia xerográfica de parte de livro sem identificação de título e autor).

- ARNOLD, P.W., 1960. Potassium supplying power of some British soils. Nature, London, 187:436-437.
- ARNOLD, P.W., H. TUNNEY e F. HUNTER, 1968. Potassium status soil measurements and crop performance. In: 9th Int. Congr. Soil Sci., Adelaide, p.613-620.
- ASHER, C.J. e P.G. OZANNE, 1961. The cation exchange capacity of plants roots, and its relationship to the uptake of soluble nutrients. Aust. J. Agric. Res., 12:755-766.
- AVELAR, B.C., 1971. Gênese e classificação de solos de uma catena da região de São Manuel. Piracicaba, ESALQ/USP, 95p. (Dissertação de Mestrado).
- BARROWS, H.L.; P.G. OZANNE e F.C. SHAW, 1965. Nutrient potential and capacity: I. The concepts of nutrient potential and their application to soil potassium and phosphorus. Aust. J. Agric. Reser., Melbourne, 16:61-76.
- BECKETT, P.H.T., S/D. Potassium potentials. Reprinted from Technical Bulletin nº 14, Soil Potassium and Magnesium, p. 32-38.

- BECKETT, P.H.T., 1964a. Potassium-calcium exchange equilibria in soils: specific adsorption sites for potassium. Soil Sci. Baltimore, 97:376-383.
- BECKETT, P.H.T., 1964b. Studies on soil potassium: I. Confirmation of the ratio law measurements of potassium potential. J. Soil Sci., 15:1-8.
- BECKETT, P.H.T. e J.B. CRAIG, 1964. The determination of potassium potentials. In. 8th. Intern. Congr. Soil Sci., Bucarest, p. 249-256.
- BECKETT, P.H., 1965. Coeficientes de actividade para la realizacion de estudios sobre el potasio de l suelo. Revista de la Potasa, Berna, 5(23):1-4.
- BOWER, C.A. e W.H. PIERRE, 1944. Potassium response of various crops on a high lime relation to their contents of potassium, calcium, magnesium and sodium. J. Am. Soc. Agron., 36:608-614.
- BRAGA, J.M., 1972. Formas de potássio e estabelecimento de nível crítico para alguns solos do Estado de Minas Gerais. Piracicaba, ESALQ/USP, 143p. (Tese de doutramento).

- BRAGA, J.M. e G.M. RAMOS, 1978. Competição por potássio entre gramíneas e leguminosas consorciadas, em função da capacidade de troca catiônica das raízes. R.Ceres, Viçosa, 25(4): 335-344.
- BULL, L.T., 1983. Formas de potássio e suas relações com parâmetros vegetais em alguns solos da Região de Botucatu. Piracicaba, ESALQ/USP, 99p. (Dissertação de mestrado).
- CARVALHO, W.A.; C.R. ESPÍNDOLA e A.A. PACCOLA, 1983. Levantamento de Solos da Fazenda Lageado - Estação Experimental "Presidente Médici". Bolm. Cient. nº 1, Fac. C. Agronômicas, Botucatu, 95p.
- CATANI, R.A.; J.R. GALLO e H. GARGANTINI, 1955. Amostragem de solo, métodos de análise interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Instituto Agronômico, Campinas, Bolm. nº 69, 28p.
- CHEVALIER, H., 1983. Nitrogen and potassium fertilization tested on associations of Italian rye grass and red clover. Potash Review, Berne, 7(9):1-15.
- DAVIDESCU, D.; Z. BORLAN e C. BORDAIASU, 1966. Nutrient potentials and the chemical factors of soil fertility: I. A brief report on the theory of soil nutrients potentials. Agrochimica, Pisa, 9(1):53-64.

- DAVIDESCU, D. e Z. BORLAN, 1969. Interpretations thermodynamiques des facteurs chimiques de la Fertilité du sol. In: La fertilité du sol et la nutrition des plantes. Colloque Franco-Oumain, Bucarest, 10-15 Juin 1968, p.25-47.
- DEJOU, J. e F.X. de MONTARD, 1982. Efecto positivo que ejercen los abonados potásico y magnésico en suelos volcánicos del Macizo Central francés. Evolución de K^+ en el Suelo Y en la planta al final de cinco años de cultivo de ballico perenne. Revista de la Potassa, Berna, 7(3):1-10.
- DUNLOP, J.; A.D.M. GLASS; B.D. TOMKINS, 1983. Regulación de la absorción de K^+ por las raíces de ballico y trébol blanco, en relación con su competitividad por el potasio. Revista de la Potasa 7(3):1-4.
- EVANS, P.S., 1977. Comparative root morphology of some pasture grasses and clovers. New Z.J. Agric. Res., 20:331.335.
- FASSBENDER, H.W. e L.A. LAROCHE, 1968. The nutritive potentials of soil and the proportions of K:Ca:Mg in tomato plants. Plant and Soil, 28(3):431-441.
- FASSBENDER, H.W., 1972. Equilibrios cationicos y disponibilidad de potasio em suelos de América Central. Turrialba, Costa Rica, 22(4):388-397.

- FERREIRA, J.Q., 1984. Influência da capacidade de troca catiônica radicular de gramíneas e leguminosas consorciadas na absorção do potássio, cálcio e magnésio. Jaboticabal, F.C.A. V./UNESP, 45p. (Dissertação de Mestrado).
- FUZZATO, M.G. e C.A.M. FERRAZ, 1967. Correlação entre o efeito da adubação potássica no algodoeiro e análise química do solo. Bragantia, Campinas, 26:345-352.
- GAMA, M.V., 1966. Potencial e capacidade de alguns solos em relação ao potássio e sua variação com o cultivo. Agr. Lusit., Oeiras, 28(2):105-123.
- GETHING, P.A., 1962. Potasio del suelo - Estudio de recientes - investigaciones. Revista de la Potasa, Berna, 16(22):1-11.
- GRAHAM, E.R. e R.L. FOX, 1971. Tropical soil potassium as related to labile pool and calcium exchange equilibria. Soil Sci., Baltimore, 111(5):318-222.
- GRAY, B.; M. DRAKE e W.G. COLBY, 1953. Potassium competition in grass-legume associations as a function of root cation exchange capacity. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 17:235-239.
- JACKSON, M.L., 1964. Análisis química de suelos. Ediciones Omega, S.A., Barcelona, p.300.

- KHASAWNEH, F.E., 1971. Solution ion activity and plant growth. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 35:426-436.
- KIEHL, E.J., 1979. Manual de Edafologia - Relações Solo-Planta. Ed. Agronômica Ceres, São Paulo, 262p.
- LANGHLIN, W.M., 1969. Nitrogen, phosphorus and potassium influence on yield and chemical composition of bluejoint forage. Agron. J., 61:961-964.
- MALAVOLTA, E., 1964. Análise química dos teores totais. Curso Internacional de Diagnose Foliar, Piracicaba, 36p.
- MARTIN, J.P.; R.B. HARDING e S. MURPHY, 1953. Effects of various soil exchangeable cations ratios on growth and chemical composition of citrus plants. Soil Sci., Baltimore, 76: 285-295.
- MATTSON, S., 1975. Ionic relationships of soil and plant. VI - The differentiated root activity in relation to ionic distribution between roots and tops. Acta Agric. Scand, 25:126-128.
- McLEAN, E.O., 1984. Interpretação de Análise de Solo. Publicado pela Fundação Cargill, Campinas, 40p.

- MEDVEDEVA, O.P., 1968. Influence of calcium on potassium uptake by plants and the potassium potencial of the soil. Sov. Soil Sci., Madison, 8:1120-1129.
- MEHLICH, A. e M. DRAKE, 1969. Química del suelo y nutrición de las plantas. In: BEAR, F.E., 1969. Química del Suelo Ediciones Interciência, madrid. 1^a ed., 435p.
- MELLO, F.A.F.; H.P. HAAG, M.O.C. BRASIL SOB^o e H.W.S. MONTEIRO, 1966- A relação K/Mg em plantas jovens de laranjeira. Anais da E.S.A.L.Q., Piracicaba, 23:95-107.
- MENGEL, K.; H. GRIMME e K. NEMETH, 1970. Potencial y disponibilidad efectiva en elementos nutritivos de la planta en el suelo. Revista de la Potasa, Berna, 4:1-6.
- MENGEL, K., 1982. Fatores e processos que afetam a necessidade de potássio das plantas. In: Simpósio Sobre Potássio na Agricultura Brasileira, Londrina-PR, 195-212.
- MIELNICZUK, J., 1982. O potássio no solo. Inst. da Potassa. (EUA-Suíça). Bolm. Tec. n^o 2, Piracicaba-SP, 80p.
- MONTEIRO, F.A.; S.A.A. LIMA; J.C. WERNER e H.B. MATOS, 1980. Adubação potássica em leguminosas e em capim colônia (Panicum maximum Jacq.) adubados em níveis de nitrogênio ou consorciado com leguminosas. B. Industr. Anim., SP, 37(1):127-148.

- NASH, V.E., 1971. Potassium release characteristics of some - soils of the Mississippi coastal plain as revealed by various extracting agents. Soil Sci., Baltimore, 111:313-317
- NELSON, W.L., 1974. To keep legumes in legume-grass pastures. Better Crops with Plant Food, 58(3):1-4.
- OMAR, M.A. e T. KOBBI, 1966. Some observations on the interrelationships of potassium and magnesium. Soil Sci., Baltimore, 101:437-440.
- PIERRE, W.H. e C.A. BOWER, 1943. Potassium absorption by plants as affected by cationic relationships. Soil Sci., Baltimore, 55:23-36.
- QUÉMENER, J., 1979. The Measurement of Soil Potassium. IPI Research Tropics n° 34, 48p.
- RAHMATULLAH, e D.E. BAKER, 1981. Magnesium accumulation by corn as a function of potassium-magnesium exchange in soils. J. Soil Sci. Soc. Am., Madison, 45:899-903
- RAIJ, B. van; N.M. SILVA; O.C. BATAGLIA; J.A. QUAGGIO; R. HIROCE; H. CANTARELLA; R. BELLINAZZI Jr.; A.R. DECHEN e P.E. TRANI , 1985. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo , Instituto Agrônomo, Campinas, Bolm. n° 100, 107p .

- RAMOS, G.M.; J.M. BRAGA; D. NASCIMENTO JR. e R. GARCIA, 1977. Determinação da capacidade de troca catiônica das raízes de plantas forrageiras e sua relação com os teores de potássio, de cálcio e de magnésio na parte aérea. R. Ceres, 24:515-520.
- ROSOLÉM, C.A.; J.R. MACHADO e O. BRINHOLI, 1984. Efeito das relações Ca/Mg, Ca/K e Mg/K do solo na produção de sorgo sacarina. Pesq. agropec. bras., Brasília, 19(12):1443-1448.
- SANCHEZ CONDE, M.P.S., 1980. Evaluación de la interacción Ca-K en plantas de lechuga de diferente desarrollo. Agrochimica, Pisa, 24(4):330-357.
- SANTOS, J.Q. e F.M. CABRAL, 1982. La respuesta del trébol de Alejandria (*Trifolium alexandrinum*, L.) ante el encalado y el potasio. Revista de la Potasa, Berna, 7(5):1-3.
- SCHEFFER, F. e B. ULRICH, 1962. Consideraciones respecto de la disponibilidad del potasio del suelo por las plantas. Revista de la Potasa, Berna, 16(23)1-7.
- SIMONIS, A.D., 1982. El potasio disponible del suelo y la evaluación de los métodos para su determinación. Revista de la Potasa, Berna, 5(3):1-3.

- SOARÉS, E., 1975. Influência da relação entre teores trocáveis - de cálcio e magnésio do solo na absorção de potássio pelo - centeio (*Secale cereale L.*). Piracicaba, ESALQ/USP, 73p. (Dissertação de Mestrado).
- SOARES, E., 1978. Influência do teor de potássio teocável do so- lo na absorção de cálcio e magnésio pela soja (*Glycine max (L) Merril*). Piracicaba, ESALQ/USP, 116p. (Tese de Doutora- mento).
- SPENCER, W.F., 1952. Influence of cation-exchange reactions on retention and availability of cations in sandy soils. Soil Sci., Baltimore, 74:129-136.
- STEFFENS, D. e K. MENGEL, 1982. Potencial de apropiacion por parte de *Lolium perenne* e *Trifolium pratense* para el K^+ de la intercapa de minerales arcillosos. Revista de la Potasa, Berna, 7(5):1-4.
- STOUT, W.L. e D.E. BAKER, 1981. Effect of differential adsorption of potassium and magnesium in soils on magnesium uptake by corn. J. Soil Sci. Soc. Am., Madison, 45:996-997.
- TALIBUDEEN, O., 1974. The nutrient potential of the soil. Soil & Fertilizers, 37(3):41-45.

TEWARI, S.N.; M.K. SINHA e S.C. MANDAL, 1971. Studies on the interrelationships among calcium, magnesium and potassium in plant nutrition. Inter. Symp. Soil Fertil. Eval. Proc., 1: 317-325.

TISDALE, S.L. e W.L. NELSON, 1971. Soil fertility and fertilizers. Ed. Collier-MacMillan Intern., New York - Toronto. 694p.

van ITALLIE, B., 1938. Cation equilibria in plant in relation to the soil: I. Soil Sci., Baltimore, 46:175-186.

van ITALLIE, B., 1948. Cation equilibria in plant in relation to the soil: II. Soil Sci., Baltimore, 65:393-416.

YORK, E.T. e H.T. ROGERS, 1947. Influence of lime on potassium in soils and its availability to plants. Soil Sci., Baltimore, 63:467-477.

YORK, E.T.; R. BRADFIELD e M. PEECH, 1953. Calcium interaction in soils and plant. II: Reciprocal relationships between calcium and potassium in plants. Soil Sci., Baltimore, 76:481-491.

WACQUANT, J.P., 1977. Physicochemical selectivity for cations and CEC grass roots. Plant and Soil, 47:257-262.

WAUGH, D.L. e J.W. FITTS, 1966. Estudos para interpretação de análises de solo: de laboratório e em vasos. Int. Soil Testing, Bolm. Tec. nº 3, 33p.

ZANDSTRA, H.G. e A.F. MACKENZIE, 1968. Potassium exchange equilibria and yield response of oats, barley and corn, on selected Quebec soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., Madison, 32: 76-79.

A P Ê N D I C E

Constam do apêndice os quadros 17(a,b,c,d) e 18(a,b,c,d), com os dados originais utilizados nas análises de variância e análises de regressão.

QUADRO 17a. Valores originais, usados nas análises de regressão, de relação K/(Ca + Mg) no solo, potencial de potássio (pk-0,5p (Ca+Mg)), potássio na matéria seca (média dos 3 cortes - \bar{K}), cálcio e magnésio na matéria seca (média dos 3 cortes - $\overline{Ca+Mg}$), relação K/(Ca+Mg) na matéria seca e produção de matéria seca, para a cultura de gramínea isolada (GI)
Solo - Lva

K/CA+Mg no solo	pk-0,5 p(Ca + Mg)			\bar{K} M.S.	$\overline{Ca+Mg}$ na M.S.		K/(Ca+Mg) na M.S.			g. de M.S.			
	1º C	2º C	3º C		1º C	2º C	3º C	med.	1º C	2º C	3º C	Total	
0,028	2,03	2,67	2,96	14,5	78,1	0,224	0,172	0,151	0,182	13,65	15,76	14,21	43,62
0,036	2,05	2,61	2,82	15,5	72,9	0,269	0,169	0,172	0,203	16,84	18,04	16,05	50,93
0,038	2,00	2,62	2,73	15,8	76,2	0,284	0,172	0,147	0,201	15,22	17,14	16,81	49,17
0,043	1,92	2,90	3,01	18,9	91,5	0,293	0,155	0,144	0,197	14,07	16,41	14,94	45,42
0,051	1,85	2,49	2,94	18,5	72,0	0,360	0,250	0,149	0,253	15,27	17,74	17,03	50,04
0,051	1,86	2,41	2,98	19,1	73,0	0,362	0,227	0,167	0,252	13,74	15,24	16,08	45,06
0,072	1,69	2,26	2,72	23,6	71,4	0,485	0,273	0,195	0,318	15,24	20,02	18,37	53,63
0,068	1,73	2,37	2,87	24,5	71,6	0,517	0,280	0,169	0,322	16,26	16,63	16,81	49,70
0,140	1,46	2,10	2,62	40,9	57,5	1,277	0,429	0,340	0,682	18,30	20,80	19,21	58,31
0,150	1,43	2,15	2,57	39,4	54,8	1,188	0,468	0,372	0,676	14,74	22,90	20,83	58,47
0,230	1,17	1,81	2,15	45,6	49,0	1,103	1,170	0,530	0,934	16,29	20,61	22,91	59,81
0,200	1,17	1,87	2,28	48,7	48,5	1,288	1,002	0,636	0,975	18,35	19,85	23,25	61,45

QUADRO 17b. Valores originais, usados nas análises de regressão, de relação K/(Ca + Mg) no solo, potencial de potássio (pk-0,5p (Ca+Mg)), potássio na matéria seca (média dos 3 cortes - \bar{K}), cálcio e magnésio na matéria seca (média dos 3 cortes - $\overline{Ca+Mg}$), relação K/(Ca+Mg) na matéria seca e produção de matéria seca, para a cultura de gramínea consorciada(GC).
Solo - Lva

K/CA+Mg no solo	pk-0,5 p(Ca + Mg)			\bar{K} na M.S.	$\overline{Ca+Mg}$ na M.S.			K/(Ca+Mg) na M.S.			g. de M.S.		
	1º C	2º C	3º C		1ºC	2ºC	3ºC	med.	1ºC	2ºC	3ºC	Total	
0,027	2,04	2,61	2,92	14,2	70,5	0,228	0,187	0,183	0,199	15,03	15,20	13,45	43,68
0,034	2,00	2,81	2,87	14,9	69,9	0,268	0,187	0,174	0,210	16,56	16,60	14,72	47,88
0,046	1,92	2,62	3,01	18,2	75,2	0,321	0,195	0,192	0,236	14,04	15,75	16,27	46,06
0,039	1,95	2,58	2,92	18,0	72,0	0,340	0,217	0,169	0,242	14,32	15,65	15,39	45,36
0,056	1,74	2,49	2,87	22,7	70,8	0,442	0,268	0,211	0,307	16,72	21,02	16,58	54,32
0,055	1,87	2,49	3,02	21,6	70,0	0,446	0,240	0,208	0,298	15,99	17,80	15,67	49,46
0,080	1,70	2,19	2,68	28,6	74,4	0,591	0,332	0,200	0,374	14,72	17,10	16,70	48,52
0,076	1,69	2,26	2,98	26,6	72,3	0,601	0,278	0,169	0,349	15,52	17,39	16,36	49,27
0,150	1,44	2,08	2,55	43,5	61,6	1,384	0,447	0,280	0,704	18,14	19,71	19,62	57,47
0,140	1,48	2,15	2,65	38,9	56,6	1,367	0,429	0,284	0,693	18,07	22,11	19,91	60,09
0,200	1,17	1,83	2,23	56,7	51,8	1,771	1,108	0,379	1,086	17,96	22,68	22,56	63,20
0,200	1,20	1,93	2,30	51,3	49,8	1,589	1,044	0,400	1,011	18,24	21,47	22,83	62,54

QUADRO 17C. Valores originais, usados nas análises de regressão, de relação K/(Ca + Mg) no solo, potencial de potássio (pk-0,5p (Ca+Mg), potássio na matéria seca (média dos 3 cortes - \bar{K}), cálcio e magnésio na matéria seca (média dos 3 cortes - $\overline{Ca+Mg}$), relação K/(Ca+Mg) na matéria seca e produção de matéria seca, para a cultura de leguminosa isolada(LI).
Solo - Lva.

K/CA+Mg no solo	pk-0,5 p(Ca + Mg)			\bar{K} M.S.	$\overline{Ca+Mg}$ na M.S.			K/(Ca+Mg) na M.S.			g. de M.S.		
	1º C	2º C	3º C		1ºC	2ºC	3ºC	med.	1ºC	2ºC	3ºC	Total	
0,025	2,10	2,20	2,12	62,4	99,8	0,730	0,642	0,484	0,619	1,36	3,16	6,55	11,07
0,031	2,05	2,29	2,12	59,0	102,8	0,641	0,606	0,453	0,567	1,61	2,54	6,65	10,70
0,039	2,01	2,18	2,09	64,0	106,4	0,678	0,641	0,465	0,595	2,69	3,87	7,84	14,40
0,037	1,97	2,12	2,13	68,2	100,0	0,772	0,716	0,537	0,675	1,73	3,25	7,22	12,20
0,053	1,90	1,95	2,12	80,3	89,4	1,049	0,956	0,643	0,883	2,43	3,52	6,18	12,13
0,056	1,89	2,05	2,13	73,8	90,4	0,953	0,837	0,614	0,802	2,05	3,46	7,22	12,73
0,067	1,72	1,88	1,99	73,8	84,4	0,782	0,972	0,890	0,881	2,14	3,33	6,91	12,38
0,077	1,70	1,79	2,04	77,6	83,0	0,936	0,983	0,864	0,928	1,81	3,32	7,46	12,59
0,140	1,38	1,56	1,75	90,4	83,1	0,849	1,196	1,343	1,129	1,70	2,18	7,11	10,98
0,150	1,44	1,59	1,82	85,5	78,2	0,983	1,150	1,178	1,104	1,73	2,55	7,43	11,71
0,230	1,15	1,45	1,46	87,2	87,8	0,945	1,043	0,904	0,994	0,42	1,72	5,08	7,22
0,230	1,18	1,45	1,49	93,8	83,6	1,194	1,106	1,053	1,118	0,48	1,43	4,52	6,43

QUADRO 17d. Valores originais, usados nas análises de regressão, de relação K/(Ca + Mg) no solo, potencial de potássio (pk-0,5p (Ca+Mg)), potássio na matéria seca (média dos 3 cortes - \bar{K}), cálcio e magnésio na matéria seca (média dos 3 cortes - $\overline{Ca+Mg}$), relação K/(Ca+Mg) na matéria seca e produção de matéria seca, para a cultura de leguminosa consorciada (LC). Solo - LVA

K/CA+Mg no solo	pk-0,5 p(Ca + Mg)			\bar{K} M.S.	$\overline{Ca+Mg}$ na M.S.		K/(Ca+Mg) na M.S.			g. de M.S.			
	1º C	2º C	3º C		1º C	2º C	3º C	med.	1º C	2º C	3º C	Total	
0,035	2,01	2,88	2,98	26,3	99,5	0,414	0,298	0,136	0,283	0,73	0,21	0,58	1,51
0,035	2,05	2,66	2,72	26,7	102,8	0,443	0,281	0,136	0,287	0,83	0,31	0,55	1,69
0,040	1,98	2,58	2,73	24,8	104,5	0,384	0,291	0,130	0,268	0,62	0,33	0,36	1,31
0,040	2,02	2,81	2,98	25,0	107,1	0,365	0,336	0,112	0,271	0,66	0,25	0,35	1,26
0,048	1,80	2,39	3,01	33,5	100,1	0,672	0,407	0,117	0,399	0,66	0,29	0,43	1,38
0,058	1,82	2,39	2,73	32,5	101,6	0,628	0,446	0,115	0,396	0,53	0,32	0,62	1,47
0,074	1,67	2,25	2,96	37,1	100,1	0,713	0,413	0,165	0,430	0,52	0,34	0,57	1,43
0,079	1,71	2,19	2,68	35,4	98,9	0,645	0,422	0,172	0,413	0,38	0,24	0,43	1,05
0,150	1,47	2,08	2,44	50,6	90,6	1,045	0,562	0,261	0,623	0,45	0,20	0,46	1,11
0,150	1,42	2,14	2,56	48,8	87,6	1,384	0,574	0,213	0,724	0,34	0,16	0,49	0,99
0,230	1,17	1,82	2,28	59,3	80,7	1,257	0,804	0,404	0,822	0,42	0,15	0,25	0,82
0,190	1,19	1,82	2,23	63,2	85,8	1,257	0,742	0,448	0,816	0,26	0,14	0,21	0,61

QUADRO 18a. Valores originais, usados nas análises de regressão, de relação K/(Ca + Mg) no solo, potencial de potássio (pk-0,5p (Ca+Mg)), potássio na matéria seca (média dos 3 cortes - \bar{K}), cálcio e magnésio na matéria seca (média dos 3 cortes - $\overline{Ca+Mg}$), relação K/(Ca+Mg) na matéria seca e produção de matéria seca, para a cultura de gramínea isolada (GI).

Solo - IR.

K/CA+Mg no solo	pk-0,5 p(Ca + Mg)			\bar{K} na M.S.	$\overline{Ca+Mg}$ na M.S.			K/(Ca+Mg) na M.S.			g. de M.S.		
	1º C	2º C	3º C		1ºC	2ºC	3ºC	med.	1ºC	2ºC	3ºC	Total	
0,016	2,10	2,80	2,65	14,1	97,4	0,180	0,108	0,141	0,143	25,80	22,07	15,17	63,57
0,017	2,10	2,78	2,64	13,8	99,3	0,179	0,105	0,129	0,138	22,48	21,17	16,63	60,28
0,021	1,98	2,71	2,67	18,9	104,6	0,256	0,125	0,144	0,175	22,94	21,46	17,47	61,87
0,019	1,99	2,75	2,70	17,9	95,6	0,253	0,153	0,146	0,184	20,83	22,28	17,77	60,88
0,030	1,84	2,73	2,69	20,9	84,4	0,372	0,168	0,180	0,240	26,04	23,34	18,48	67,86
0,025	1,80	2,67	2,78	22,0	81,7	0,441	0,198	0,178	0,272	24,25	25,46	18,57	68,28
0,050	1,60	2,84	2,65	34,7	73,9	0,724	0,311	0,292	0,442	26,89	26,03	22,27	75,19
0,046	1,62	2,64	2,62	33,8	74,4	0,705	0,303	0,285	0,431	25,40	29,59	21,51	76,50
0,085	1,26	2,32	2,52	46,3	54,7	1,559	0,741	0,369	0,890	32,32	33,59	23,47	89,38
0,092	1,23	2,37	2,50	51,0	62,2	1,489	0,716	0,376	0,860	27,66	31,69	24,63	83,98
0,130	1,05	1,71	2,42	71,2	41,3	1,882	1,852	1,410	1,715	32,32	33,14	28,48	93,94
0,120	1,06	1,81	2,43	71,8	40,7	1,955	1,946	1,434	1,778	30,86	36,68	27,08	94,62

QUADRO 18b. Valores originais, usados nas análises de regressão, de relação K/(Ca + Mg) no solo, potencial de potássio (pk-0,5p (Ca+Mg), potássio na matéria seca (média dos 3 cortes - \bar{K}), cálcio e magnésio na matéria seca (média dos 3 cortes - $\overline{Ca+Mg}$), relação K/(Ca+Mg) na matéria seca e produção de matéria seca, para a cultura de gramínea consorciada - (GC). Solo - LR

K/CA+Mg no solo	pk-0,5 p(Ca + Mg)			\bar{K} na M.S.	$\overline{Ca+Mg}$ na M.S.			K/(Ca+Mg) na M.S.			g. de M.S.		
	1º C	2º C	3º C		1º C	2º C	3º C	med.	1º C	2º C	3º C	Total	
0,016	2,10	2,94	2,69	15,1	106,5	0,182	0,109	0,125	0,139	22,50	23,32	13,93	59,75
0,015	2,13	2,80	2,62	13,9	87,3	0,190	0,146	0,135	0,157	22,42	21,98	15,45	59,85
0,020	1,99	2,74	2,69	19,1	112,1	0,235	0,139	0,123	0,166	20,32	21,48	17,96	59,76
0,019	2,01	2,73	2,72	19,2	97,7	0,266	0,157	0,149	0,191	20,50	21,55	17,28	59,33
0,027	1,85	2,86	2,72	25,2	88,5	0,460	0,217	0,176	0,284	23,58	25,01	17,31	65,90
0,027	1,80	2,70	2,71	23,9	90,9	0,376	0,201	0,178	0,252	23,82	24,58	18,15	66,55
0,052	1,59	2,86	2,65	41,6	75,5	0,867	0,455	0,273	0,532	24,94	24,34	20,44	69,72
0,049	1,60	2,86	2,72	35,4	71,7	0,754	0,466	0,225	0,482	25,66	26,45	21,07	73,18
0,087	1,26	2,18	2,44	62,3	59,4	1,597	1,100	0,427	1,041	28,33	31,40	22,99	82,72
0,085	1,26	2,29	2,50	59,2	59,5	1,716	1,114	0,336	1,055	29,22	31,23	23,37	83,82
0,120	1,08	1,74	2,41	66,5	46,2	1,650	2,103	0,851	1,535	28,98	39,36	27,37	95,71
0,120	1,08	1,72	2,37	66,6	43,8	1,604	1,987	1,076	1,556	28,28	36,06	28,34	92,68

QUADRO 18c. Valores originais, usados nas análises de regressão, de relação K/(Ca + Mg) no solo, potencial de potássio (pk-0,5p (Ca+Mg), potássio na matéria seca (média dos 3 cortes - \bar{K}), cálcio e magnésio na matéria seca (média dos 3 cortes - $\overline{Ca+Mg}$), relação K/(Ca+Mg) na matéria seca e produção de matéria seca, para a cultura de leguminosa isolada(LI).
Solo - LR.

K/CA+Mg no solo	pk-0,5 p(Ca + Mg)			\bar{K} na M.S. na	K/(Ca+Mg) na M.S.			g. de M.S.					
	1º C	2º C	3º C		M.S. na M.S.	1ºC	2ºC	3ºC	med.	1ºC	2ºC	3ºC	Total
0,016	2,16	2,28	2,27	70,5	97,0	0,883	0,665	0,658	0,735	1,03	2,44	6,56	10,03
0,016	2,12	2,28	2,19	69,2	100,4	0,871	0,720	0,528	0,706	1,60	2,92	6,45	10,97
0,017	1,99	2,16	2,20	70,6	100,8	0,795	0,678	0,645	0,706	1,02	2,78	6,86	10,66
0,019	1,96	2,18	2,18	74,1	103,8	0,841	0,712	0,600	0,718	1,50	3,09	6,42	11,01
0,026	1,87	2,12	1,99	81,6	104,3	0,867	0,705	0,778	0,783	1,18	2,80	6,54	10,52
0,026	1,82	1,99	1,90	80,0	98,7	0,968	0,709	0,780	0,819	1,10	2,88	6,79	10,77
0,045	1,60	1,81	1,76	80,4	92,4	0,870	0,831	0,914	0,872	2,11	3,87	6,96	12,94
0,049	1,61	1,82	1,74	84,6	91,1	0,957	0,904	0,923	0,928	1,77	3,56	6,76	12,09
0,086	1,25	1,68	1,44	80,4	96,6	0,864	0,780	0,859	0,834	1,95	3,00	6,54	11,49
0,089	1,26	1,69	1,34	84,9	91,2	0,969	0,941	0,884	0,931	1,64	2,89	6,21	10,74
0,120	1,04	1,44	1,22	84,3	91,4	0,883	0,852	1,046	0,927	1,18	2,03	4,60	7,81
0,120	1,08	1,43	1,19	87,9	93,1	0,992	0,832	1,022	0,949	1,02	2,27	4,75	8,04

QUADRO 18d. Valores originais, usados nas análises, de regressão, da relação K/(Ca + Mg) no solo, potencial de potássio (pk-0,5p (Ca+Mg), potássio na matéria seca (média dos 3 cortes - \bar{K}), cálcio e magnésio na matéria seca (média dos 3 cortes - $\overline{Ca+Mg}$), relação K/(Ca+Mg) na matéria seca e produção de matéria seca, para a cultura de leguminosa consorciada (LC). Solo - LR.

K/CA+Mg no solo	pk-0,5 p(Ca + Mg)			\bar{K} M.S.	na M.S.	K/(Ca+Mg) na M.S.			g. de M.S.				
	1º C	2º C	3º C			1º C	2º C	3º C	med.	1º C	2º C	3º C	Total
0,016	2,06	2,69	2,61	24,9	112,7	0,264	0,361	0,102	0,242	0,62	0,17	0,28	1,07
0,017	2,09	2,85	2,69	25,3	122,3	0,259	0,347	0,080	0,229	0,66	0,16	0,28	1,10
0,020	2,00	2,90	2,75	26,0	127,1	0,343	0,218	0,100	0,220	0,61	0,12	0,26	0,99
0,021	1,98	2,84	2,75	25,7	117,9	0,356	0,253	0,101	0,237	0,75	0,15	0,26	1,16
0,028	1,82	2,85	2,66	31,5	118,9	0,616	0,386	0,067	0,356	0,52	0,25	0,30	1,07
0,028	1,84	2,71	2,69	29,9	116,1	0,546	0,376	0,077	0,333	0,59	0,35	0,31	1,25
0,047	1,61	2,57	2,65	51,4	102,2	0,873	0,558	0,206	0,546	0,52	0,22	0,29	1,03
0,050	1,59	2,73	2,65	45,6	93,9	0,886	0,561	0,223	0,557	0,44	0,17	0,26	0,87
0,084	1,24	2,21	2,54	60,3	97,0	1,155	0,708	0,290	0,718	0,34	0,14	0,25	0,73
0,086	1,25	2,17	2,52	59,8	92,7	1,035	0,760	0,329	0,708	0,31	0,14	0,25	0,70
0,120	1,08	1,76	2,40	66,8	93,3	1,099	0,717	0,460	0,759	0,33	0,16	0,14	0,63
0,120	1,05	1,75	2,37	67,8	87,7	1,346	0,657	0,526	0,843	0,23	0,12	0,15	0,50