

**PERDAS DE SOLO, ÁGUA E ELEMENTOS  
QUÍMICOS NO CICLO DA SOJA,  
APLICANDO-SE CHUVA SIMULADA**

BOLETIM DE PESQUISA  
Número 5

CPAC  
Embrapa  
FLO3788 2x.2  
AT/BE/UF  
JULHO, 1981

**PERDAS DE SOLO, ÁGUA E ELEMENTOS  
QUÍMICOS NO CICLO DA SOJA,  
APLICANDO-SE CHUVA SIMULADA**

*D. V. S. Resk*



**EMBRAPA**  
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados – CPAC  
Planaltina – DF

Exemplares deste documento devem ser solicitados ao:

CPAC

BR 020 - Km 18

Rodovia Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 70.023

73.300 - Planaltina - DF

*Resk, D. V. S.*

*Perdas de solo, água e elementos químicos no ciclo da soja, aplicando-se chuva simulada. Brasília, EMBRAPA-DID, 1981.*

*p. (EMBRAPA - CPAC. Boletim de pesquisa, 5)*

*1. Soja - Solos - Perda. 2. Soja - Água - Perda. 3. Soja - Solos - Nutrientes - Perda. I. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Departamento de Informação e Documentação, Brasília, DF. II. Título. III. Série.*

*CDD 633.34*

© EMBRAPA. 1981

## **SUMÁRIO**

*Resumo*

*Abstract*

*Introdução*

*Material e Métodos*

*Resultados e Discussão*

*Conclusões*

*Referências*

## PERDAS DE SOLO, ÁGUA E ELEMENTOS QUÍMICOS NO CICLO DA SOJA, APLICANDO-SE CHUVA SIMULADA

D. V. S. Resck

**RESUMO** – Mediram-se as perdas de solo, água e elementos químicos durante diferentes épocas do ciclo da soja, ou seja, no preparo do solo, com um, dois e três meses após o plantio, na colheita e um mês após a colheita. Foram aplicadas três intensidades de chuva, em cada época, com um simulador de chuva tipo rotativo. As chuvas aplicadas foram: 1) 60 mm/h durante 60'; 2) 60 mm/h durante 30', 24 h após a primeira chuva; e 3) 120 mm/h durante 18', 15 minutos após a segunda chuva.

As maiores perdas de solo ocorreram na época do preparo e um mês após o plantio, sendo de 7 e 4 t/ha, respectivamente. Foram decrescendo (da época do preparo) até a época da maturação da soja, chegando a um mínimo de 0,04 t/ha, enquanto o índice da área foliar foi crescendo neste mesmo sentido, evidenciando uma boa cobertura pelas plantas, à medida que se completava o ciclo vegetativo.

As perdas de água por escoamento superficial, no entanto, mantiveram-se em taxas relativamente altas, em torno de 69% da quantidade de chuva aplicada, que foi de 130 mm.

Quanto aos elementos, as maiores perdas em kg/ha ocorreram com o cálcio, 7,04; magnésio, 2,71; potássio, 0,87; fósforo, 0,20; e alumínio, 0,05. As taxas de enriquecimento dos elementos na enxurrada, calculadas através da divisão da concentração de elementos disponíveis na enxurrada pela concentração de elementos disponíveis existentes no solo, evidenciaram uma alta taxa de enriquecimento de fósforo durante todo o ciclo da cultura, mantendo-se em média 14, enquanto as taxas de enriquecimento de Ca e Mg foram em média 2,3; a de potássio, 2,05; e a de alumínio 0,05.

**Termos para indexação:** perdas de elementos químicos, simulador de chuva, taxa de enriquecimento da enxurrada.

## SOIL, WATER AND CHEMICAL ELEMENTS LOSSES BY USING RAINFALL SIMULATION ON SOYBEAN CYCLE

**ABSTRACT** – Soil, water and P, Ca, Mg, K and Al losses were evaluated in each of the following time of the soybean cycle: fallow, one, two and three months after planting, at harvesting, and of one month after harvesting, under simulated rainfall conditions. Three intensities of rainfall from a rotating-boom rainfall simulator were applied in each time of the soybean cycle: 60 mm/h for 60'; 60 mm/h for 30', 24 hours after the first rain; and 120 mm/h for 18', 15 minutes after the second rain.

The largest amount of soil losses was detected in the fallow period and one month after planting, with 7 and 4 ton/ha respectively. Soil losses decreased from

the fallow to the harvesting stadium (0.04 ton/ha), while the leaf area index increased in this same way.

Water losses by surface runoff were high in all the soybean stadium, averaging about 69% of the 130 mm total rainfall applied.

Losses of the chemical elements in kg/ha were 7.04, 2.71, 0.87, 0.20 and 0.50 for calcium, magnesium, potassium, phosphorus and aluminium, respectively. The runoff enrichment index of the elements, which is the ratio between the concentration of the elements in runoff and in soil averaged was 14 (P), 2.3 (Ca and Mg), 2.05 (K) and 0.05 for Al, for all cycle of the culture.

**Index terms:** Chemical elements losses, rainfall simulator, runoff enrichment index.

O cultivo da soja tornou-se importantíssimo para o País, pois já tem uma posição de destaque na lista dos produtos exportáveis e vem merecendo, da parte da pesquisa, uma especial atenção, para que se consigam superar as médias atuais de produtividade, cerca de 1.700 kg/ha.

Os problemas são relativos a solos, a clima e, principalmente, à fisiologia das inúmeras variedades e a suas respostas aos diferentes manejos empregados. Especificamente, os pesquisadores de manejo e conservação do solo têm dado atenção às determinações de perdas de solo e de água durante o ciclo da cultura, o que vem propiciando valiosas contribuições à solução dos problemas. Isso, contudo, é de difícil divulgação e mesmo de aceitação, pois são cifras que não dizem respeito diretamente às economias dos produtores. Mesmo assim, esses efeitos se fazem sentir com o passar dos anos.

No entanto, o item perdas de elementos químicos, mais propriamente perda dos nutrientes, não está sendo estudado suficientemente com a cooperação dos fisiologistas e pesquisadores da relação solo-planta, o que traria grandes benefícios para o incremento da produtividade. Assim, saber-se-ia quanto se perde por erosão e em que época da cultura, e quanto se perde pela própria planta (grãos, parte aérea e raízes).

Para o agricultor isto significa muito e afeta o seu custo de produção, pois implica em mais fertilizantes para suprir o depauperamento do solo. Sabe-se, por exemplo, que os grãos são responsáveis pela remoção da maior parte do nitrogênio, fósforo, enxofre, molibdênio e zinco. Por outro lado, cálcio, magnésio, ferro e manganês constituem em maior proporção a parte vegetativa das plantas.

A maior absorção de nutrientes verifica-se entre 60 e 90 dias, fase compreendida entre o florescimento e o início da formação das vagens. Potássio e cloro são absorvidos em maior quantidade na fase anterior ao florescimento, ou seja, dos 30 aos 60 dias (Bataglia & Mascarenhas, 1977). Bataglia et al. (1977) mostraram que cada tonelada de soja retira do solo as seguintes quantidades dos elementos nutritivos, em quilos: fósforo, 7,1; potássio, 17,3; cálcio, 2,5; magnésio, 2,3; e alumínio, 0,027. Entretanto, é importante saber o que é retirado pela planta e o que se perde de nutrientes pela enxurrada, durante o ciclo da cultura. Para isso, o conhecimento não só de quanto, mas também de como se processa a absorção de nutrientes pela planta, nos diferentes estágios de seu ciclo, é imprescindível.

Scott & Aldrich (1975) demonstraram que o acúmulo de matéria seca é relativamente lento até aproximadamente 30 dias da semeadura, sofrendo uma aceleração considerável, em seguida, até aproximadamente 90 dias, quando a fase vegetativa atinge o máximo. A matéria seca total da planta continua aumentando até aproximadamente 120 dias (grãos maduros), apesar da queda, principalmente de folhas, que se verifica nesta ocasião. Os autores verificaram também que a absorção do fósforo é muito lenta até aproximadamente 30 dias e que, a partir desta época, a

velocidade aumenta e mantém-se constante até praticamente o final do ciclo. A velocidade de absorção de fósforo pela soja chega a um máximo de 0,17 kg/ha/dia e mantém-se neste nível desde a fase de intenso crescimento vegetativo até o final do ciclo (30 a 120 dias). Isso demonstra que se deve propiciar o suprimento constante do nutriente durante todo o ciclo da cultura, principalmente considerando-se que 50% do total de fósforo é absorvido depois do florescimento e vai, praticamente todo, para as sementes.

Alguns autores afirmam que a soja absorve aproximadamente 0,40 kg de fósforo/ha/dia e este máximo é atingido logo após o florescimento (Hanaway & Weber, 1971).

A curva de acumulação de potássio segue aproximadamente a da matéria seca e sua absorção é maior durante os trinta dias que precedem o florescimento, com um máximo de 1,21 kg/ha/dia. Alguns autores consideram a taxa de absorção de 1,5 a 4,6 kg de potássio/ha/dia (Hanaway & Weber, 1971).

Na absorção de cálcio existe uma diminuição da quantidade total do nutriente contido na planta. Isto se deve ao fato de o cálcio encontrar-se principalmente na parte vegetativa da planta (folhas e pecíolos) e à intensa queda de folhas no final da cultura, levando consigo boa parte do cálcio absorvido (Scott & Aldrich, 1975).

A maior velocidade de absorção de cálcio pela soja ocorre do período do florescimento ao início do enchimento dos grãos, quando atinge 0,86 kg/ha/dia. Cerca da metade de cálcio é absorvida depois do florescimento, o que implica na necessidade de suprimento contínuo do nutriente, pelo menos até que a planta atinja seu máximo desenvolvimento vegetativo, aproximadamente aos 90 dias (Scott & Aldrich, 1975).

A acumulação de magnésio pela soja segue a acumulação de matéria seca, com um máximo de velocidade no período que vai do florescimento ao início de enchimento dos grãos, quando absorve 0,39 kg de magnésio/ha/dia. Sessenta por cento deste nutriente é absorvido depois do florescimento (Scott & Aldrich, 1975).

## *MATERIAL E MÉTODOS*

---

O estudo foi conduzido em Latossolo Vermelho-Escuro, com 5% de declividade, localizado no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), cujas características físicas e químicas são apresentadas na Tabela 1.

O experimento constou de duas parcelas, com 11,0 por 3,5 m. Foi aplicada uma série de três chuvas, com um simulador de chuva tipo aranha, segundo Swanson (1965), cujas intensidades e tempo de aplicação foram os seguintes: a primeira chuva com 60 mm/h, durante 60'; a segunda chuva com 60 mm/h, durante 30', 24 horas após a primeira chuva; e a terceira chuva com 120 mm/h, durante 18', 15 minutos após a segunda chuva, segundo as normas do I Encontro de Pesquisa com Simulador de Chuvas, em Londrina, PR (1975).

As épocas da cultura, em que foi aplicada essa série de três chuvas, foram: antes do plantio (A); um mês após a semeadura (1); dois meses (2); três meses (3); na

TABELA 1 — Caracterização física e química de um Latossolo Vermelho-Escuro.

Profundidade	Distribuição textural				Classificação textural	
	Argila	Silte	Areia fina	Areia grossa		
cm	%					
0-20	47	7	40	6	argilo-arenoso	
Profundidade	pH em H <sub>2</sub> O (1:1)	Al	Ca	Mg	P	K
cm		meq/100g			ppm	
0-20	4,5	0,66	1,19	0,79	1	45

colheita (C); e um mês após a colheita (PC).

A variedade cultivada foi a IAC-6. O plantio foi feito em julho, com espaçamento de 50 cm entre fileiras e densidade final de 30 plantas por metro linear. A adubação de manutenção constou de 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, 40 kg de K<sub>2</sub>O/ha e 40 kg/ha de FTE-BR-12. Com um mês de antecedência, foi feita a calagem com calcário dolomítico, a lancha de 1,5 t/ha (PRNT 100%), e uma adubação de correção de 50 kg de K<sub>2</sub>O/ha e 240 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha. Foi usado inoculante na base de 1 kg/40 kg de sementes.

A cultura recebeu irrigação por aspersão com frequência de cinco em cinco dias.

As amostragens para a determinação das perdas de solo, água e nutrientes foram feitas com auxílio de um aparelho amostrador rotativo, acoplado a um coletor de enxurrada tipo Flume, construído e calibrado por Resck (1980). Foram feitas amostragens de 5 em 5 minutos, durante todo o tempo de aplicação das chuvas e nas diferentes épocas do ciclo da cultura; porém, somente os totais de perdas de solo, água e nutrientes por cada chuva são demonstrados nas Tabelas 2 e 3.

Foi determinado o índice de área foliar no primeiro, segundo e terceiro mês após a semeadura, retirando-se três plantas por repetição, em cada período de avaliação.

As análises de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, alumínio disponíveis e pH, foram feitas com amostras de enxurrada obtidas pelo amostrador rotativo. As amostras trazidas do campo foram decantadas naturalmente, sem a aplicação de precipitante. Determinaram-se o volume de água e a quantidade de solo, corrigindo-se as perdas de solo por um fator de correção (determinou-se a umidade higroscópica). Posteriormente, as amostras do solo foram levadas para as determinações de Ca, Mg, P, K e Al, segundo Vettori (1969).

Determinou-se o pH em H<sub>2</sub>O pelo método potenciométrico. Não foram feitas determinações químicas da suspensão das amostras de enxurrada, mas somente da parte sólida, após a decantação. Fez-se a análise textural dessas perdas, apresentadas na Tabela 4, pelo método norte-americano modificado por Moura Filho (1969).

**TABELA 2 — Perdas de solo e água com a aplicação de três chuvas, durante as diferentes épocas do ciclo da cultura.**

Épocas	Chuva aplicada		Perdas da solo		Perdas de água	
	Intensidade	Quantidade	t/ha	%	mm	%
	—mm/h—	— mm —				
A	60	60	0,28		48	80
	60	30	1,52		18	60
	120	40	<u>5,23</u>		32	<u>80</u>
			7,03	100		73*
1	60	60	0,08		34	57
	60	30	1,50		15	60
	120	40	<u>3,03</u>		36	<u>90</u>
			4,61	97		66
2	60	60	0,38		38	63
	60	30	0,73		22	73
	120	40	<u>0,99</u>		29	<u>73</u>
			2,10	50		70
3	60	60	0,18		37	62
	60	30	0,46		27	73
	120	40	<u>0,64</u>		29	<u>90</u>
			1,28	31		75
C	60	60	0,008		34	57
	60	30	0,012		18	60
	120	40	<u>0,019</u>		21	<u>53</u>
			0,037	0,65		57
PC	60	60	0,009		41	68
	60	30	0,065		26	87
	120	40	<u>0,134</u>		34	<u>85</u>
			0,208	5,3		80

\* Média

**TABELA 3 — Perdas de elementos com a aplicação de três intensidades de chuva.**

Épocas	pH em H <sub>2</sub> O (1:1)	Perdas de elementos					Perdas de solo
		Ca	Mg	P	K	Al	
		kg/ha					kg/ha
A	5,3	2,95	1,134	0,092	0,29	0,021	7030
1	5,6	2,07	0,82	0,061	0,193	0,014	4610
2	6,0	1,20	0,47	0,028	0,25	0,005	2100
3	5,9	0,66	0,25	0,017	0,11	0,006	1280
C	6,2	0,029	0,007	0,0007	0,005	0,000	37
PC	6,1	0,127	0,032	0,0024	0,017	0,000	208
Total		7,038	2,713	0,201	0,865	0,048	15265

**TABELA 4 — Distribuição textural das perdas de solo durante as diferentes épocas do ciclo da soja.**

Épocas	Distribuição textural				Classificação textural	Perdas de solo
	Argila	Silte	Areia fina	Areia grossa		
	%					t/ha
A	44	6	44	6	Argilo-arenoso	7,03
1	47	11	36	6	Argiloso	4,61
2	50	7	38	5	Argiloso	2,10
3	42	13	37	8	Argiloso	1,28
C	40	8	41	11	Argilo-arenoso	0,04
PC	41	10	42	7	Argilo-arenoso	0,21

Foram calculadas as taxas de enriquecimento dos elementos na enxurrada, dividindo-se a quantidade existente na enxurrada por aquela existente no solo (Tabela 1), análise feita um dia antes do plantio. Mas, essa análise não refletiu a adubação corretiva colocada no solo. Daí, os valores tão baixos dos elementos analisados. A adubação corretiva e a calagem foram feitas no mês de junho, quando choveu zero mm. A irrigação só se iniciou com o plantio da soja em julho, não tendo havido, evidentemente, reação da adubação e da calagem no solo, nos trinta dias que precederam o plantio.

Observa-se, na Tabela 2 e Figura 1, que as maiores perdas de solo ocorreram antes do plantio, quando o solo se encontrava descoberto. Essas perdas foram grandes até dois meses após o plantio, para diminuírem drasticamente na época da colheita e pós-colheita. Com a queda das folhas na época da colheita, aumentou a velocidade de infiltração, além de as folhas protegerem os agregados do impacto das gotas de chuva, proporcionando menores perdas de solo. Na pós-colheita, a diminuição das perdas ocorreu devido à cobertura feita pelos restos culturais e pelas ervas daninhas, que nessa época eram numerosos. No entanto, as perdas foram maiores do que na colheita, talvez devido ao efeito de compactação superficial ocorrida durante a colheita, apesar de esta ter sido manual. Provavelmente, este efeito deverá ser mais pronunciado na colheita mecânica.

O maior percentual de perdas de água ocorreu na época da pós-colheita, como se pode observar na Tabela 2 e Figura 2.

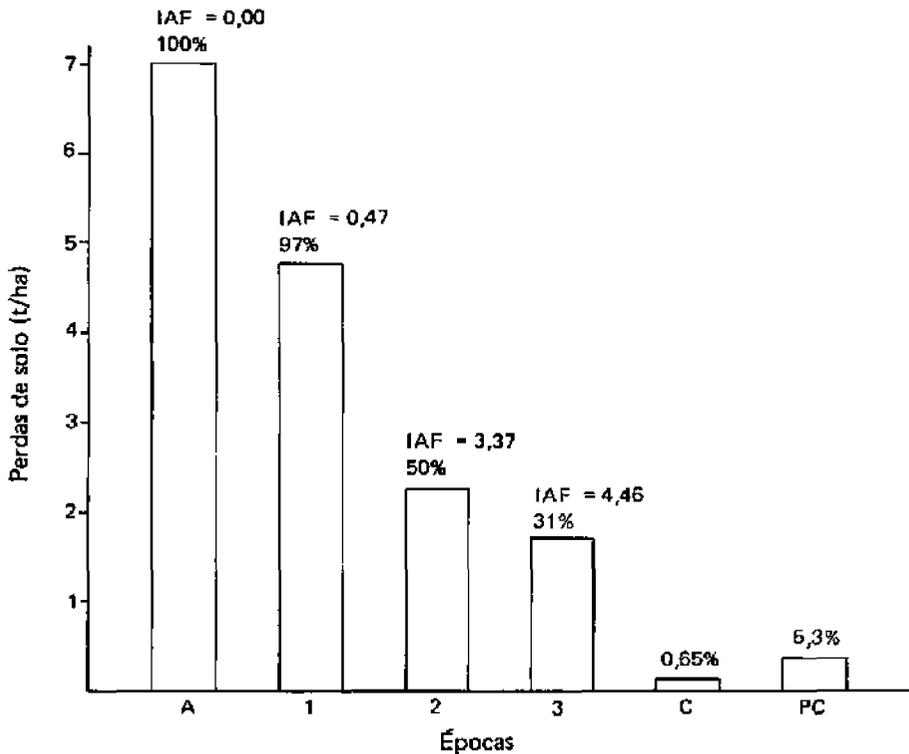


Fig. 1 — Efeito da cobertura nas perdas de solo com a aplicação de três intensidades de chuva nas diferentes épocas do ciclo da cultura.

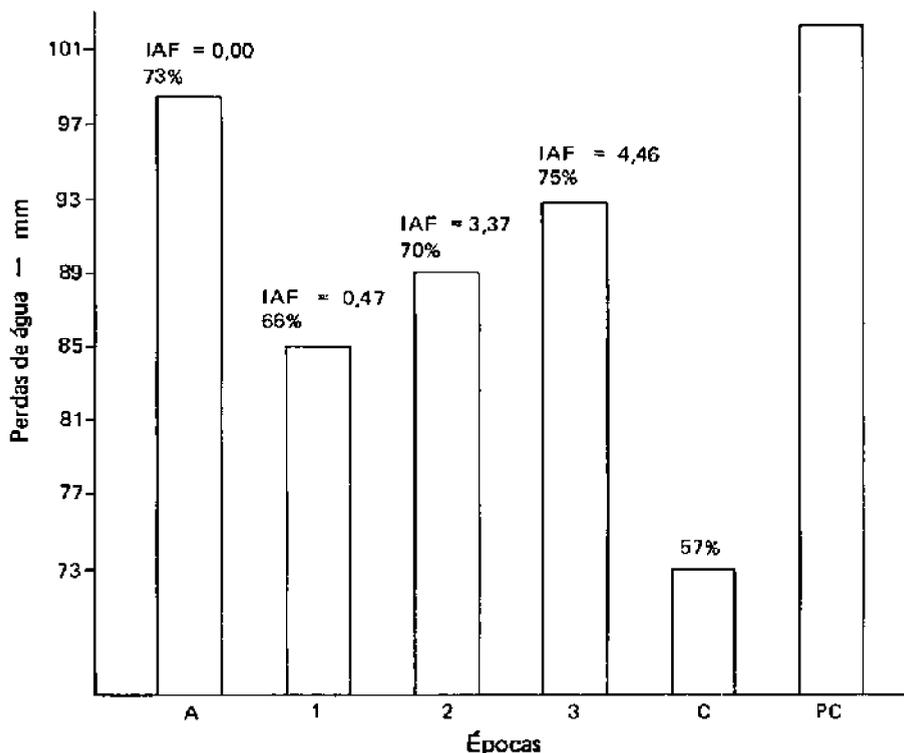


Fig. 2 – Efeito da cobertura nas perdas de água com a aplicação de três intensidades de chuva nas diferentes épocas do ciclo da cultura.

Observa-se, também na Tabela 2, que nas primeiras chuvas ocorreram as menores perdas de solo, em todas as épocas do ciclo da cultura. Na segunda chuva, apesar do menor tempo de aplicação (metade da primeira), houve maiores perdas de solo, devido ao seu estado de quase saturação (Figura 3). A terceira chuva, apesar de ter durado apenas 18 minutos, tinha uma intensidade de 120 mm por hora. Nesta as perdas de solo foram grandes, devido ao estado de saturação em que ele se encontrava (Figura 3). Com as perdas de água ocorreu o mesmo. Apenas na época antes do plantio, a segunda chuva apresentou um percentual de perdas de água menor que a primeira chuva, apesar do baixo teor de umidade inicial, antes da aplicação da primeira chuva (Figura 3). Como o solo não tinha proteção nenhuma, pode ter acontecido quebra dos agregados, criando uma crosta, obturando os microporos e, conseqüentemente, dificultando a penetração da água. Com a aplicação da segunda chuva, esta viria romper a crosta, aumentando a infiltração e as perdas de solo. Este fenômeno já foi observado em trabalhos anteriores por Resck (1977).

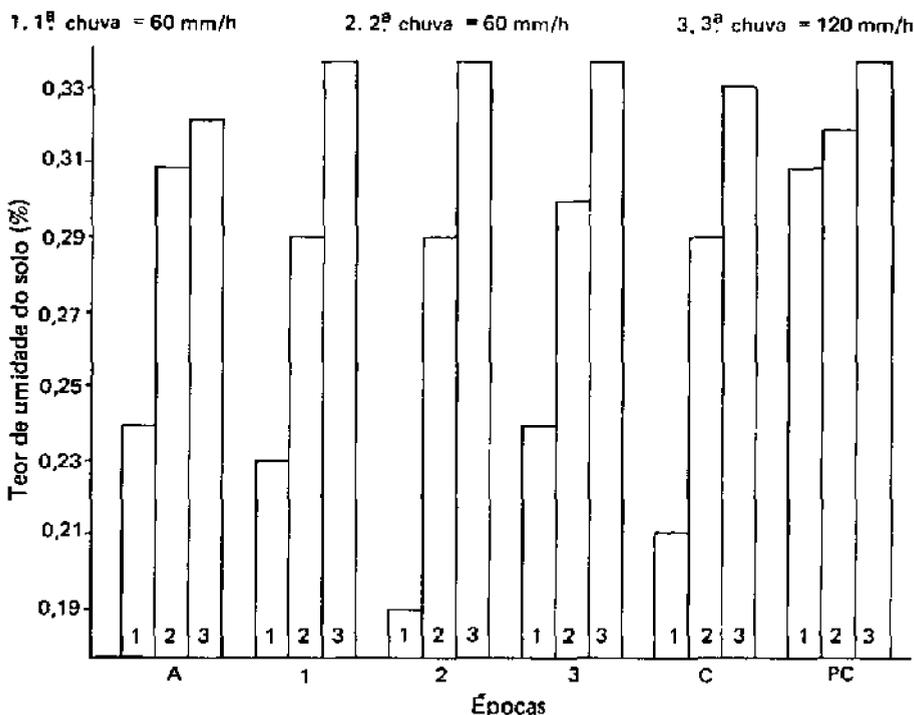


Fig. 3 -- Determinação da umidade atual, antes da aplicação de cada chuva.

Quanto à distribuição textural das perdas de solo (Tabela 4), observou-se que foi a mesma do solo original em todas as épocas do ciclo da cultura. Apenas houve um enriquecimento de silte na enxurrada, o que é comprovado por outros autores (Duley, 1926; Lemos, 1956; e Resck, 1977). Um fato importante a ressaltar é que, havendo grandes perdas de argila e silte e sendo essas partículas as partes mais ativas, estariam elas empobrecendo o solo, pois carregam consigo os nutrientes disponíveis para as plantas.

As perdas de elementos (Tabela 3), seguindo as perdas de solo, foram maiores antes do plantio, decrescendo até a colheita, para depois aumentarem. As perdas não foram grandes, se observarmos os totais de perdas de cálcio, cerca de 7 kg/ha, que foram as maiores, seguidas do magnésio, potássio, fósforo e alumínio. No entanto, considerando suas taxas de enriquecimento, em cada uma das três chuvas aplicadas (Figura 4), observa-se que o cálcio, o magnésio e o potássio perdem pelo menos duas vezes mais do que os elementos existentes no solo (Tabela 1). O fósforo, por sua vez, teve taxas de enriquecimento muito altas, de 14 em média.

O alumínio teve taxas mais baixas. O solo foi amostrado à profundidade de

20 cm e as suas perdas totais obtidas correspondem a uma lâmina de 1,5 mm. Houve, portanto, um efeito de diluição e concentração de nutrientes. Daí, essas taxas serem tão elevadas para o fósforo e os cátions. Na Figura 5 são mostradas as taxas de enriquecimento dos elementos em cada época do ciclo da cultura e, novamente, observam-se taxas em torno de 2 para o cálcio, o magnésio e o potássio; e o fósforo, em torno de 14. O alumínio teve uma taxa em torno de 0,05.

Na época da colheita houve as maiores taxas de enriquecimento de fósforo, cálcio e potássio. Isto torna-se importante, levando-se em conta que 60% do total de fósforo disponível à planta é absorvido depois do florescimento e vai praticamente todo para as sementes (Scott & Aldrich, 1975). O cálcio é mais importante na formação da parte vegetativa, que ainda continua nesta época (Scott & Aldrich, 1975). O aumento da intensidade de sua perda pode ser explicado pela queda das folhas nessa época. O potássio não é importante nessa época e, sim, na que precede o florescimento, segundo Hanaway & Weber (1971).

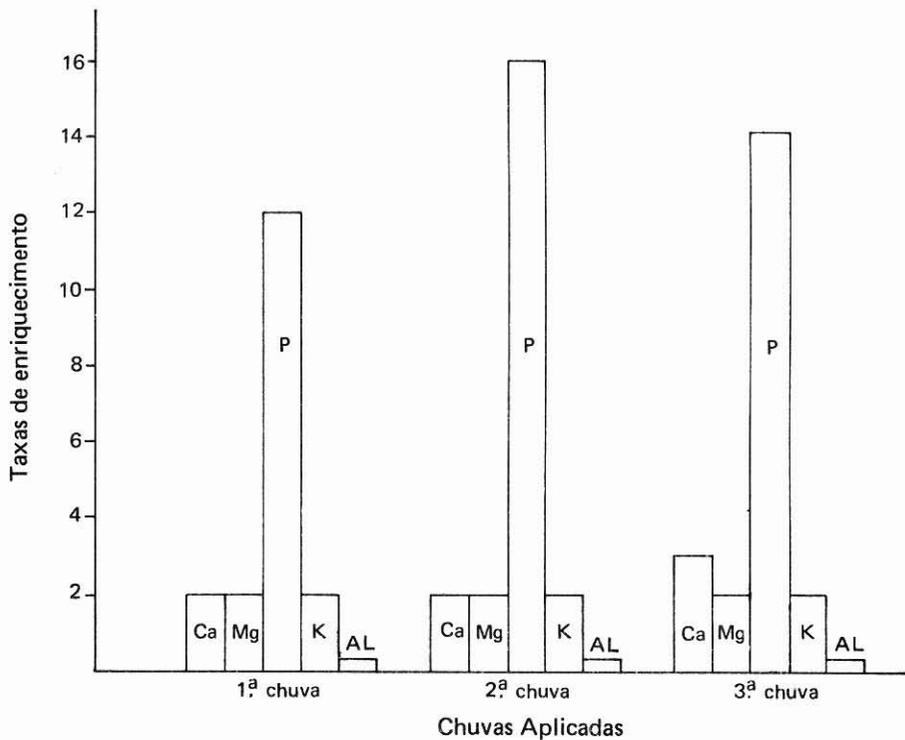
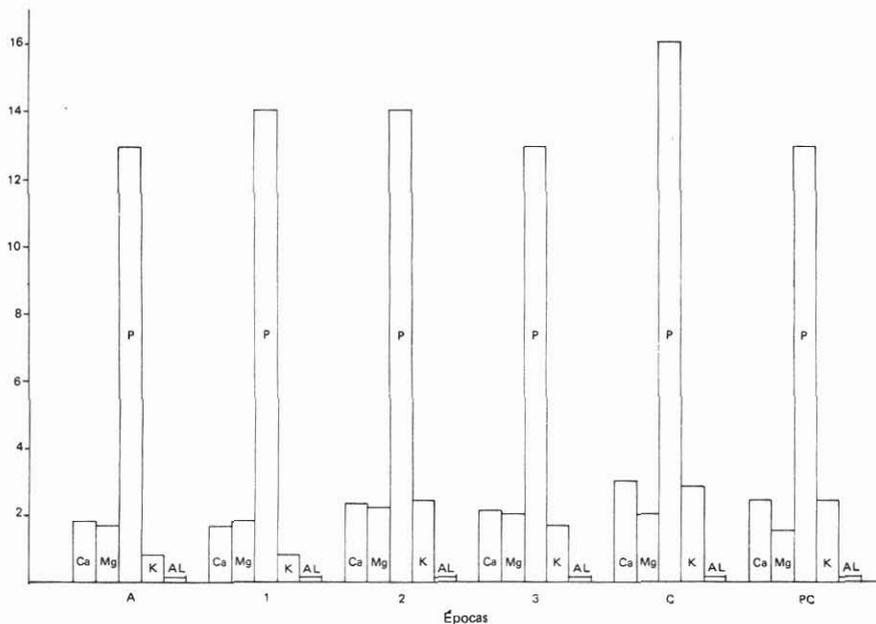


Fig. 4 — Taxas médias de enriquecimento de todo o ciclo da cultura com a aplicação de três intensidades de chuva.



**Fig. 5 — Determinação das taxas de enriquecimento de P, K, Ca, Mg e Al nas perdas de solo, ocorridas nas diferentes épocas do ciclo da cultura (média das três chuvas aplicadas).**

## CONCLUSÕES

1. O problema das perdas de solo é sério na cultura da soja, principalmente da época do preparo do solo até dois meses após o plantio. Com as perdas de água, o problema ocorre em todo o ciclo da cultura.

2. As perdas de nutrientes aderidos às partículas do solo têm demonstrado seguirem as perdas de solo.

3. As maiores perdas de elementos foram, em ordem decrescente, de Ca, Mg, K, P e Al.

4. As maiores taxas de enriquecimento dos elementos na enxurrada foram de fósforo = 14; Ca, Mg e K = 2; e alumínio = 0,05.

- BATAGLIA, O.C. & MASCARENHAS, H.A.A. Absorção de nutrientes pela soja em Latossolo Roxo sob vegetação de Cerrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 29., São Paulo, 1977. Resumos. . . Suplemento de Ciência e Cultura, 29 (7):4, 1977.
- BATAGLIA, O.C.; MASCARENHAS, H.A.A. & TISSELLI FILHO, O. Competição mineral das sementes de nove cultivares de soja. *Bragantia*, 36: 47-50, 1977.
- ENCONTRO NACIONAL SOBRE PESQUISA DE EROSIÃO COM SIMULADORES DE CHUVA, 1., Londrina, 1975. Londrina, IAPAR, 1975.
- HANAWAY, J.J. & WEBER, C.R. Accumulation of N, P and K by soybean plants. *Agron. J.*, 63:406-408, 1971.
- LEMOS, P. *Soil crusting and some factors affecting it*. Raleigh, North Carolina State Univ. Press, 1956. 74 p. (Tese MS).
- MOURA FILHO, W. *Método de campo e laboratório*. Viçosa, UREMG, 1964. 24 p. (mimeografado).
- RESCK, D.V.S. *Determinação da erodibilidade de um Podzólico Vermelho-Amarelo Cambico Distrófico Fase Terraço, localizado na Zona da Mata (MG), utilizando o simulador de chuva*. Viçosa, UFV, 1977. 76 p. (Tese MS).
- RESCK, D.V.S. Aperfeiçoamento e calibração de aparelhos coletores de enxurrada para a medição de perdas de solo, água e nutrientes em estudos com simulador de chuva. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 3., Recife, 1980. *Resumos*. . . Recife, SBCS, 1980. p. 3.
- SWANSON, N.P. Rotating-boom rainfall simulator. *Transaction of the ASAE.*, 8(1): 71-2, 1965.
- SCOTT, W.O. & ALDRICH, S.R. Como crece la planta de soja. In: \_\_\_\_\_ . *Producción moderna de la soja*. Buenos Aires, Ed. Hemisfério Sur, 1975. p. 13-20.
- VETTORI, L. *Métodos de análise da solo*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. 24 p. (Boletim Técnico, 7).