

Critérios de Essencialidade

Elementos essenciais aos vegetais

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	57 a 71	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	89 a 103															

90 a 95% da matéria seca

macronutrientes

0,05 a 10 % na matéria seca

micronutrientes

< 500 µg g^{-1}

ELEMENTOS ESSENCIAIS PARA PLANTAS SUPERIORES

C, H, O,
N, P, K, Ca, Mg, S → **Macronutrientes (g kg^{-1})**
1,0 a 50,0 g kg^{-1}

B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn ,Ni → **Micronutrientes (mg kg^{-1})**
0,1 a 1000 mg kg^{-1}

Mamíferos & Homem

C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S
Na, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn, Ni, I, Se, Co

Elementos essenciais aos vegetais

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	57 a 71	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	89 a 103															

90 a 95% da matéria seca

macronutrientes
0,05 a 10 % na matéria seca

micronutrientes
< 500 µg g^{-1}

CRITÉRIOS DE ESSENCIALIDADE

1. ELEMENTOS ESSENCIAIS
2. ELEMENTOS ÚTEIS
   - 2.1. ELEMENTOS TÓXICOS
3. CRITÉRIOS DE ESSENCIALIDADE
   - 4.1. CRITÉRIO DIRETO
   - 4.2. CRITÉRIO INDIRETO
5. MACRO E MICRONUTRIENTES
6. FUNÇÕES E COMPOSTOS
7. EXTRAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES PELAS CULTURAS
9. MARCHA DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PELAS CULTURAS.

CRITÉRIOS DE ESSENCIALIDADE

1) ESSENCIAIS:

ESSENCIAIS SÃO OS ELEMENTOS MINERAIS DA PLANTA, SEM OS QUAIS ELA NÃO VIVE. (C, H e O SÃO TIDOS COMO NUTRIENTES ORGÂNICOS).

CRITÉRIOS DE ESSENCIALIDADE

2) ÚTEIS

NÃO SÃO ESSENCIAIS, A PLANTA PODE VIVER SEM ELES, ENTRETANTO SUA PRESENÇA É CAPAZ DE CONTRIBUIR PARA O CRESCIMENTO, PRODUÇÃO, OU PARA A RESISTÊNCIA À PRAGAS E MOLÉSTIAS.

EX: Na PARA ALGODÃO, BETERRABA

Al PARA A CULTURA DO CHÁ

Si PARA AS GRAMÍNEAS

CRITÉRIOS DE ESSENCIALIDADE

3) TÓXICOS :

QUANDO SÃO PREJUDICIAIS ÀS PLANTAS E NÃO SE ENQUADRAM NAS CLASSES ANTERIORES.

CRITÉRIOS DE ESSENCIALIDADE STOUT & ARNON, 1939

1) CRITÉRIO DIRETO :

UM ELEMENTO É ESSENCIAL QUANDO FAZ PARTE DE UM COMPOSTO OU QUANDO PARTICIPA DE UMA REAÇÃO SEM A QUAL A VIDA DA PLANTA É IMPOSSÍVEL.

CRITÉRIOS DE ESSENCIALIDADE
STOUT & ARNON, 1939

2) CRITÉRIO INDIRETO :

A) SUA CARÊNCIA IMPEDE QUE A PLANTA COMPLETE O CICLO.

B) O ELEMENTO TEM FUNÇÃO ESPECÍFICA, SINTOMAS CARACTERÍSTICOS, SÓ O ELEMENTO PODE CORRIGÍ- LOS.

C) O ELEMENTO DEVE ESTAR IMPLICADO DIRETAMENTE.

DEMONSTRAÇÃO DA ESSENCIALIDADE PELO CRITÉRIO INDIRETO

1º PASSO

A) SUA CARÊNCIA IMPEDE QUE A PLANTA COMPLETE O CICLO.

B) A PLANTA É CULTIVADA EM SOLUÇÃO NUTRITIVA NA PRESENÇA E NA AUSÊNCIA DO ELEMENTO CUJA ESSENCIALIDADE SE PROCURA DEMONSTRAR, SE ELA MOSTRAR ANORMALIDADES VISÍVEIS E DEPOIS MORRER, O PRIMEIRO PASSO TERÁ SIDO DADO.

DEMONSTRAÇÃO DA ESSENCIALIDADE PELO CRITÉRIO INDIRETO

2º PASSO

A) O ELEMENTO TEM FUNÇÃO ESPECÍFICA. SINTOMAS CARACTERÍSTICOS, SÓ O ELEMENTO PODE CORRIGÍ-LO.

B) SE NA FALTA DO ELEMENTO E, NA PRESENÇA DE OUTROS QUE APRESENTEM CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS MUITO PRÓXIMAS A PLANTA TAMBÉM MORRE, ISTO SIGNIFICA QUE ELE NÃO PODE SER SUBSTITUÍDO.

DEMONSTRAÇÃO DA ESSENCIALIDADE PELO CRITÉRIO INDIRETO

3º PASSO

A) O elemento deve estar implicado diretamente

B) Se o elemento em estudo for fornecido às folhas, e estiver ausente da solução nutritiva, e com isso garantir um crescimento normal da planta, fica evidente que participa diretamente da vida vegetal, não estando com a sua presença anulando condições desfavoráveis presentes por ventura no sistema radicular.

ELEMENTOS ESSENCIAIS PARA PLANTAS SUPERIORES

C, H, O,
N, P, K,
Ca, Mg, S

➡ **Macronutrientes**

1,0 a 50,0 g kg^{-1}

B, Cl, Cu, Fe,
Mn, Mo,Ni, Zn

➡ **Micronutrientes**

0,1 a 1000 mg kg^{-1}

Mamíferos & Homens

C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S

Na, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn,Ni, I, Se, Co

CONCENTRAÇÃO DE ELEMENTOS NA MATÉRIA SECA

ELEMENTO	PESO ATÔMICO	MICROMOLES/ g	CONCENTRAÇÃO NA M.S.	N° ÁTOMOS EM RELAÇÃO AO Mo
Mo	95,9	0,001	0,1 mg kg^{-1}	1
Cu	63,5	0,10	6,0 mg kg^{-1}	100
Zn	65,4	0,30	20,0 mg kg^{-1}	300
Mn	54,9	1,0	50,0 mg kg^{-1}	1.000
Fe	55,8	2,0	100,0 mg kg^{-1}	2.000
B	10,8	2,0	20,0 mg kg^{-1}	2.000
Cl	35,5	3,0	100,0 mg kg^{-1}	3.000
S	32,1	3,0	1,0 g kg^{-1}	30.000
P	30,9	60	2,0 g kg^{-1}	60.000
Mg	24,3	80	2,0 g kg^{-1}	80.000
Ca	40,0	125	5,0 g kg^{-1}	125.000
K	39,1	250	10,0 g kg^{-1}	250.000
N	14,0	1.000	15,0 g kg^{-1}	1.000.000
O	16,0	30.000	450,0 g kg^{-1}	30.000.000
C	12,0	40.000	450,0 g kg^{-1}	40.000.000
H	01,0	60.000	60,0 g kg^{-1}	60.000.000

FONTE: Epstein (1975)

DEFICIÊNCIAS DE MACRO E MICRONUTRIENTES NO BRASIL

ELEMENTOS	ESTADO	CULTURA (*)
Nitrogênio	Todos	Todas (1-7)
Fósforo	Todos	ANU(1-9), PER(1-2), PAS(1-7)
Potássio	BA, GO, MG, PR, SP	ARR(1), CAF(4), CAN(3), FEI(1) MIL(3), PIN(1), SOJ(1), TRI(1) TOM(4), CAN(1)
Cálcio	MG, RJ, RS, SP	TOM(4), CAN(1)
Magnésio	BA, ES, GO, PR, RJ, SP	ALG(4), BAN(4), CAC(1), CAF(3), CIT(6)
Enxôfre	GO, MG, MT, PR, SP	ALG(2), CAF(1), FEI(1), PAS(1), SOJ(1)

(*) (1) Freqüência Mínima (10) Freqüência Máxima ANDA

DEFICIÊNCIAS DE MACRO E MICRONUTRIENTES NO BRASIL

Boro	BA, CE, ES,GO, MG, PE, PR, RJ, SC, SP	ALG(1), BAT(3), CAF(7), CAN(1), CIT(2), HOR(8), PIN(2), VID(1)
Cobre	MG, PR, SP	CAF(1), CAN(1), HOR(1), CIT(1)
Ferro	CE, GO, PB, PE, SP	ABX(3), CAF(2), CAN(1), MAN(1)
Manganês	MG, PE, PR, SP	CAF(1), CIT(3), CAN(1), MAN(1)
Molibdênio	MA, MG, PE, RS, SP	CIT(1), HOR(4), PAS-LEG(1
Zinco	BA, ES, GO, MG, PE, PR, RS, RN, SP	ARR(2), CAF(8), CAN(1), CIT(9), MIL(3), PES(2)

(*) (1) Freqüência Mínima (10) Freqüência Máxima ANDA

MACRONUTRIENTES – FUNÇÕES E COMPOSTOS

ELEMENTO	FUNÇÃO	COMPOSTOS
N	Importante no metabolismo como composto	Aminoácidos e proteínas, aminas, amidas, aminoaçúcares, purinas,e pirimidinas, alcalóides, coenzimas, vitaminas e pigmentos
P	Armazenamento e transferência de energia, estrutural	Ésteres de carboidratos, nucleotídeos e ácidos nucléicos, coenzimas e fosfolipídios
K	Abertura e fechamento de estômatos, síntese e estabilidade de proteínas, relações osmóticas, síntese de carboidratos	Predomina na forma iônica. Compostos desconhecidos

FONTE: Hewitt & Smith (1975)

MACRONUTRIENTES – FUNÇÕES E COMPOSTOS

Ca	**Ativação enzimática, parede celular, permeabilidade**	**Pectato de cálcio, fitato, carbonato e oxalato**
Mg	**Ativação enzimática, estabilidade de ribossomos, fotossíntese**	**Clorofila**
S	**Grupo ativo de enzimas e coenzimas**	**Cisteína, cistina, metionina, taurina, glutatione, sulfolipídeos e coenzimas**

MICRONUTRIENTES – FUNÇÕES E COMPOSTOS

ELEMENTO	FUNÇÃO	COMPOSTOS
B	Transporte de carboidratos, coordenação de fenóis	Íon borato. Não se conhece compostos orgânicos
Cl	Fotossíntese	Cloreto, alcalóides
Cu	Enzima, fotossíntese	Polifenoloxidase, plastocianina
Fe	Grupo ativo e enzimas, transporte de elétrons	Citocromo, ferredoxina, catalase, síntese da porfirina, redução do nitrato, nitrito e sulfito

FONTE: Hewitt & Smith (1975)

MICRONUTRIENTES – FUNÇÕES E COMPOSTOS

Mn	**Fotossíntese, metabolismo do ácido carboxílico**	**Manganina**
Mo	**Fixação do N_2, redução do nitrato**	**Redutase do nitrato, nitrigenase**
Ni	**Ativador da Urease**	**Urease**
Zn	**Enzimas**	**Anidrase carbônica**

CLASSIFICAÇÃO DOS NUTRIENTES DE PLANTAS

NUTRIENTE	ABSORÇÃO	FUNÇÕES BIOQUÍMICAS
1° GRUPO (C, H, O, N, S)	Na forma de CO_2, H_2O, O_2, NO_3^-, NH_4^+, N_2, SO_4^{2-}, SO_2	Constituintes de compostos orgânicos.
2° GRUPO (P, B)	P - forma de fosfato B - ácido bórico ou borato	Os ésteres de fosfato estão envolvidos em reações de transferência de energia.
3° GRUPO (K, Mg, Ca, Mn, Cl)	Na forma de íons da solução do solo	Funções não específicas, estabelecendo potencial osmótico, ativação enzimática balanceamento iônico.
4° GRUPO (Fe, Cu, Zn, Mo)	Na forma de íons ou quelatos da solução do solo	Transporte de elétrons e ativação enzimática.

FONTE: Mengel & Kirkby (1987)

QUANTIDADE DE NUTRIENTES EXISTENTES EM 1.000 KG DE GRÃOS DE MILHO OU DE SOJA, E NOS RESTOS CULTURAIS

NUTRIENTE	TOTAL	GRÃOS	RESTOS	COEF. EXPORTAÇÃO
Milho – kg/1.000 kg de grãos				
Nitrogênio	18,9	12,8	6,1	0,68
Fósforo	3,9	3,1	0,8	0,79
Potássio	19,5	3,9	15,6	0,20
Cálcio	4,0	0,1	3,9	0,03
Magnésio	4,3	1,1	3,2	0,26
Enxofre	2,1	1,2	0,9	0,57
Soja – kg/1.000 kg de grãos				
Nitrogênio	75,4	63,6	11,8	0,84
Fósforo	5,2	4,7	0,7	0,87
Potássio	32,0	17,9	14,1	0,56
Cálcio	21,2	3,1	18,1	0,15
Magnésio	11,0	2,4	8,6	0,22
Enxofre	2,8	1,8	1,0	0,65

Os dados de P e K, para obtê-los em P_2O_5 e K_2O, multiplicar por 2,3 e 1,2, respectivamente.

FONTE: Barber & Olson (1968); Bataglia & Mascarenhas (1978)

EXPORTAÇÃO DE MACRONUTRIENTES PELA COLHEITA

ELEMENTO	PARTE DA PLANTA	CENTRALMEX	H 7974	PIRANÃO
N (kg ha^{-1})	GRÃOS	116	135	116
	PALHA + SABUGO	8	6	8
	TOTAL	124	141	124
P (kg ha^{-1})	GRÃOS	25	27	22
	PALHA + SABUGO	2	2	2
	TOTAL	27	29	24
K (kg ha^{-1})	GRÃOS	28	32	29
	PALHA + SABUGO	8	7	12
	TOTAL	36	39	41
Ca (kg ha^{-1})	GRÃOS	0,4	0,4	0,4
	PALHA + SABUGO	0,7	0,5	0,7
	TOTAL	1,1	0,9	1,1
Mg (kg ha^{-1})	GRÃOS	10,4	11,6	10,4
	PALHA + SABUGO	1,0	0,8	0,7
	TOTAL	11,4	12,4	11,1
S (kg ha^{-1})	GRÃOS	10,7	10,7	8,5
	PALHA + SABUGO	0,9	0,9	0,8
	TOTAL	11,6	11,6	9,4

50.000 plantas/ha; CENTRALMEX – 6,7 t/ha; H 7974 – 6,3 t/ha; PIRANÃO – 6,4 t/ha

FONTE: (Andrade et al. (1977)

EXPORTAÇÃO DE MACRO E MICRONUTRIENTES PELA CANA-DE-AÇÚCAR

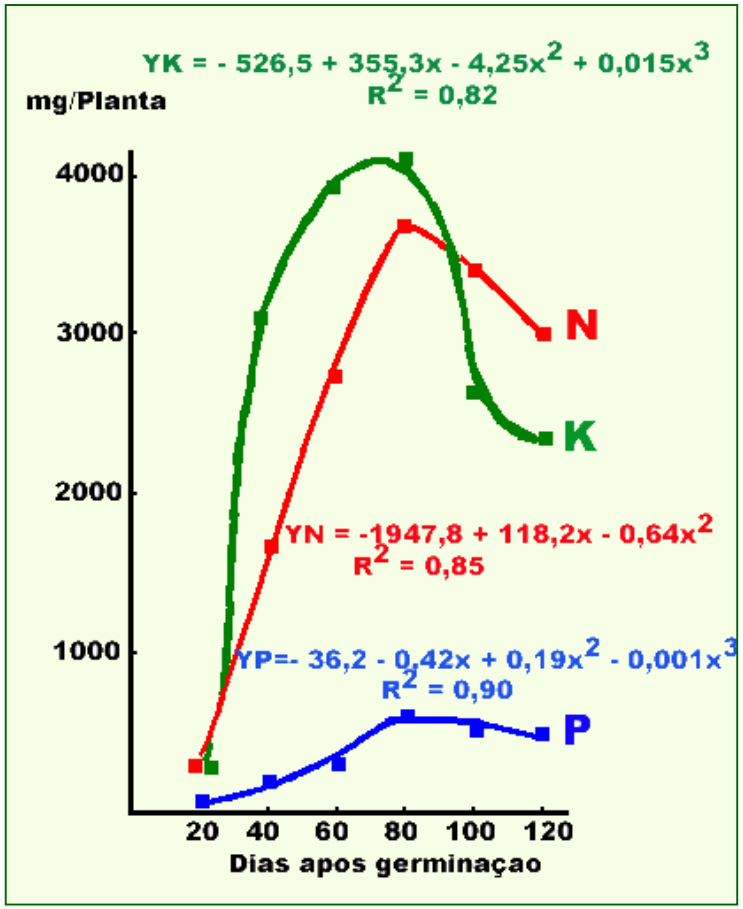
CANA PLANTA – 16 MESES – CB 41-76

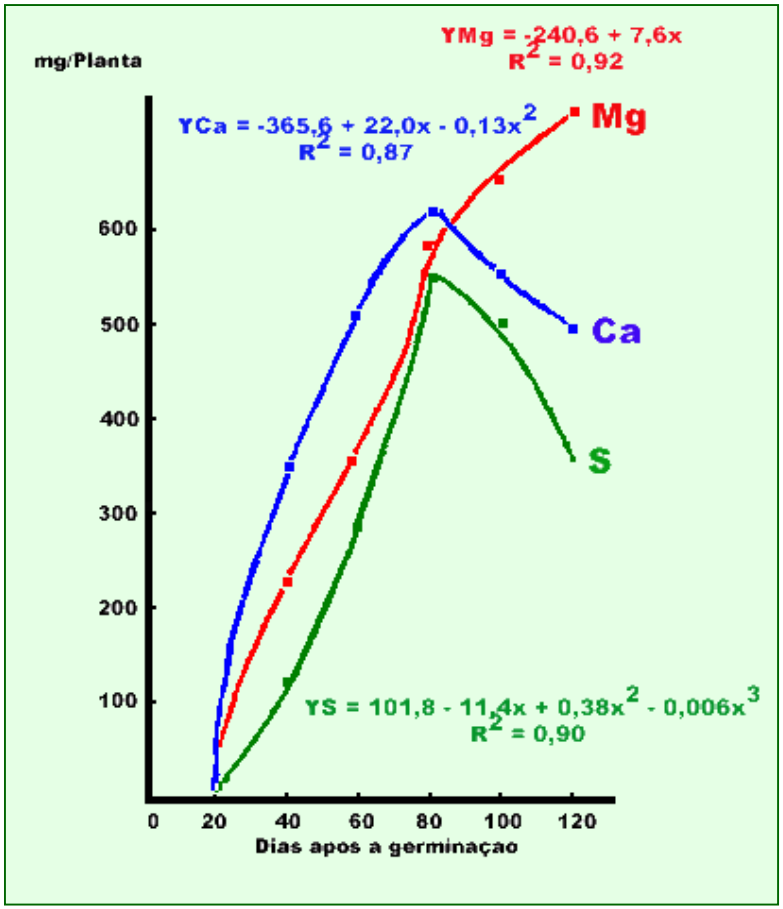
	T ha^{-1}		Extração (kg ha^{-1})						Extração (g ha^{-1})				
	Prod.	P.S.	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Colmo	133,90	35,75	115,00	8,21	64,74	79,33	46,08	45,21	257,75	294,83	3.608	1759,7	634,58
TOTAL	162,95	47,59	188,22	15,66	153,45	138,58	66,09	69,31	376,72	415,87	10.676	4054,3	986,90

CANA SOCA – 12 MESES – CB 41-76

	T ha^{-1}		Extração (kg ha^{-1})						Extração (g ha^{-1})				
	Prod.	P.S.	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Colmo	118,13	31,21	77,39	8,56	56,91	40,66	33,59	27,44	116,81	453,11	1.350	957,6	411,61
TOTAL	141,04	41,44	138,47	15,48	159,08	75,08	43,64	45,32	173,44	599,02	4.872	2542,2	591,58

MARCHA DE ABSORÇÃO DE N, P, K, Ca, Mg E S PELO MILHO (PARTE AÉREA)





FONTE: Andrade et al. (1977)

MACRO E MICRONUTRIENTES NO MILHO E NA SOJA

	MACRONUTRIENTES (kg ha^{-1})						MICRONUTRIENTES (g ha^{-1})						
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cl	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn	Co
MILHO	170	35	175	27	39	19	160	72000	100	1900	300	0	160	-
SOJA	300	40	115	70	35	23	10(	10000	100	1700	600	10	200	5

Milho – 5 t de grãos e 10 t de restos

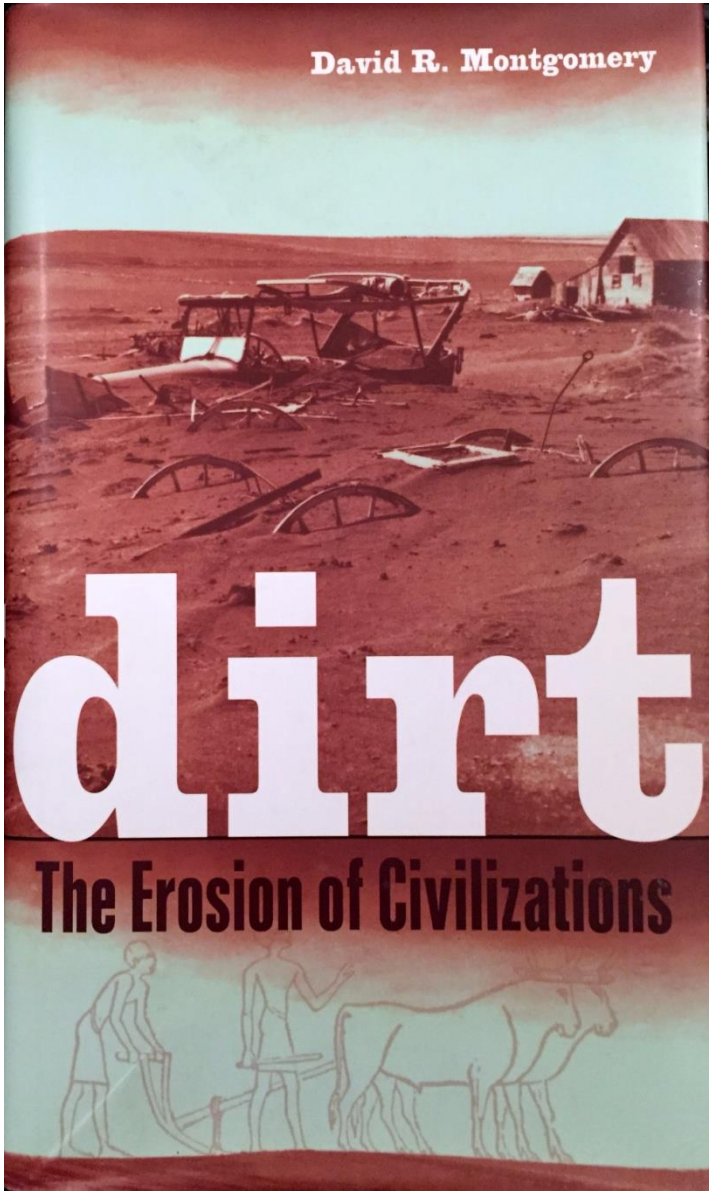
Soja – 3 t de vagens e 6 t de ramas

FONTE: Malavolta (1976)

FEIJÃO ROUXINHO – 77 DIAS
25.000 PLANTAS/HÁ – LR

	T ha^{-1}	Extração kg ha^{-1}					
	Matéria Seca	N	P	K	Ca	Mg	S
SEMENTES	1,225	37,23	3,66	22,04	4,41	4,46	9,53
TOTAL	1,778	47,60	3,97	32,26	13,21	7,68	13,96

FONTE: Cobra et al. (1971)



Dirty Business

A nation that destroys its soils, destroys itself.

FRANKLIN D. ROOSEVELT

A NAÇÃO QUE DESTROI SEUS SOLOS DESTROI A SI MESMA.
Franklin D. Roosevelt

Good Old Dirt

What we do to the land, we do to ourselves.

WENDELL BERRY

O QUE NÓS FAZEMOS A TERRA, NÓS FAZEMOS A NÓS MESMOS.
WENDELL BERRY


“Não há limites para o homem que possui a capacidade de sonhar”
Anonimo
Centenário do Edifício Central
14 de maio de 2007

“Não há limites para o homem que possui a capacidade de sonhar.”

Anônimo

