

COMEÇO ...

NA HORTITEC...



Soluções Nutritivas Concentradas para a Fertirrigação/Hidroponia: Cuidados no preparo.



XV ENCONTRO e VII SIMPÓSIO
LATINO-AMERICANO
DE HIDROPONIA

PEDRO R. FURLANI
pfurlani@conplant.com.br
+55 19 991-82487



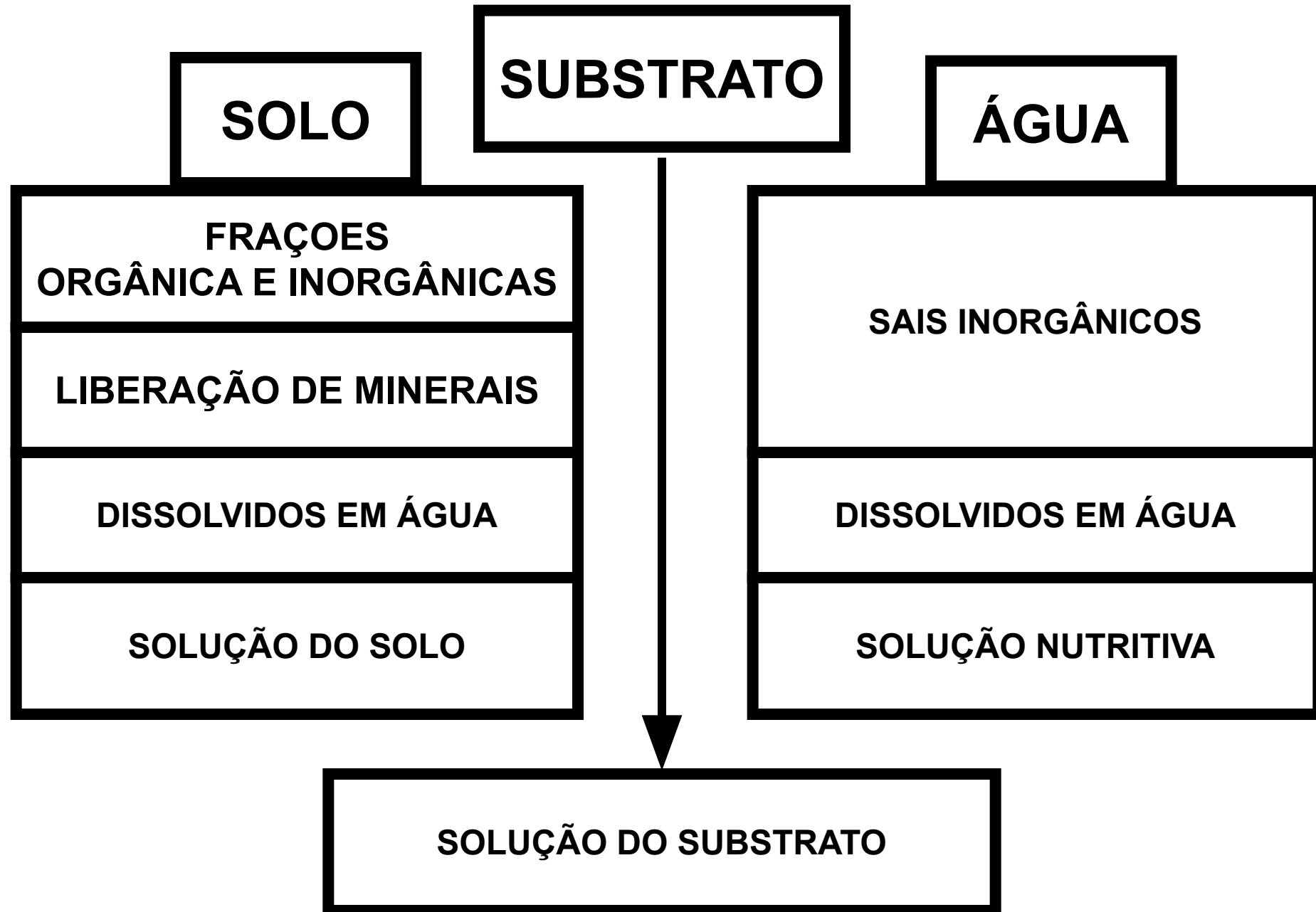
SOLUÇÃO NUTRITIVA

A COMPOSIÇÃO QUÍMICA OU A FORMULAÇÃO IDEAL DA SOLUÇÃO NUTRITIVA É AQUELA QUE ATENDE ÀS EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DA ESPÉCIE CULTIVADA, EM TODAS AS FASES DO SEU CICLO.

SOLUÇÕES NUTRITIVAS

critérios para a formulação

- A EXIGÊNCIA DAS PLANTAS EM MACRONUTRIENTES PODE SER ESTIMADA PELA SUA EXTRAÇÃO DO MEIO DE CULTIVO.
- A RELAÇÃO DE EXTRAÇÃO ENTRE OS NUTRIENTES TEM SIDO USADA PARA FORMULAR SOLUÇÕES NUTRITIVAS COM COMPOSIÇÃO QUÍMICA PROPORCIONAL A ESTA RELAÇÃO DE EXTRAÇÃO.



SOLUÇÃO NUTRITIVA - DEFINIÇÃO

Solução aquosa que contém os elementos químicos minerais essenciais ao crescimento e desenvolvimento das plantas.

ÁGUA

SAIS OU FERTILIZANTES INORGÂNICOS

DISSOLVIDOS EM ÁGUA

SOLUÇÃO NUTRITIVA

SOLUÇÃO NUTRITIVA



ÁGUA + SAIS/FERTILIZANTES



N- NO_3^- , N- NH_4^+ , Cl^- , P- H_2PO_4^- , K^+ e Mg^{2+}
S- SO_4^{2-} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} , H_4SiO_4^- e Mo- MoO_4^{2-}
 Ca^{2+} e B- H_3BO_3

COMO PREPARAR UMA SOLUÇÃO NUTRITIVA?

- ✓ Conhecer a água - química e microbiológica
- ✓ Sais ou fertilizantes simples
- ✓ Fertilizantes compostos - fórmulas prontas
- ✓ Mistura de sais/fertilizantes simples com fertilizantes compostos.

Valores máximos na água para fertirrigação

Característica Máximo Característica Máximo

pH	7 - 7,5	SO ₄	100 - 250
CE, dS/m	0,5 - 1,2	H ₂ S	0,2 - 2
Bicarbonatos, mg/L	60 - 120	K	5 - 100
Na	50 - 70	P	30
Ca	80 - 110	Cl	70 - 100
Mg	50 - 110	Fe	0,2 - 1,5
N total	5 - 20	Mn	0,2 - 2
NO ₃	5 - 10	Cu	0,2 - 1
NH ₄	0,5 - 5	Zn	1 - 5
NO ₂	1,0	B	0,5 - 1

**EXEMPLOS DE SOLUÇÕES
NUTRITIVAS PARA DIFERENTES
CULTURAS E POR DIFERENTES
AUTORES**

SOLUÇÕES NUTRITIVAS PARA ALFACE

N-NO ₃	N-NH ₄	P	K	Ca	Mg	S-SO ₄	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
g /1.000L						g /1.000L						
87	9	12	145	45	12	16	0,20	0,01	2,00	0,20	0,01	0,02
266	18	62	430	180	24	36	0,30	0,05	2,20	0,30	0,05	0,05
156		28	252	93	26	34	0,50	0,05	3,00	0,50	0,05	0,10
238		62	426	161	24	32	0,30	0,05	5,00	0,40	0,05	0,30
166		30	279	149	46	90	0,50	0,02	2,50	2,00	0,05	0,10
206		50	211	200	29	38	0,50	0,02	3,00	0,50	0,10	0,15
165		35	339	78	23	49	0,10	0,10	5,00	0,20	0,03	0,14
174	24	39	183	142	38	52	0,30	0,02	2,00	0,40	0,06	0,06

Vide: Boletim técnico 180, IAC 1999

SOLUÇÕES NUTRITIVAS RECOMENDADAS POR FRANZ BENOIT

Practical Guide for simple soilless culture techniques. 1992.

NUTRIENTE/FORMA	TOMATE	PIMENTA	BERINJELA	PEPINO	MELAO	ALFACE	MORANGO
	mg/L						
NITROGÊNIO - NITRATO	287,7	305,3	279,3	284,6	206,3	188,3	94,0
NITROGÊNIO - AMÔNIO	15,1	17,3	13,6	14,0	8,9	8,6	6,5
N-TOTAL	302,8	322,6	292,9	298,6	215,2	196,9	100,4
FÓSFORO - MKP	35,9	35,9	35,9	35,9	37,4	44,9	29,9
POTÁSSIO - TOTAL	261,4	226,9	237,9	300,7	222,7	151,6	112,8
CÁLCIO	287,3	328,3	258,6	266,8	169,3	163,4	123,1
MAGNÉSIO - TOTAL	60,5	59,6	79,6	59,6	22,1	33,2	22,1
ENXÔFRE - TOTAL	61,6	64,0	64,0	64,0	35,7	48,0	46,8
BORO	0,54	0,86	0,64	0,54	0,21	0,38	0,11
COBRE	0,05	0,05	0,05	0,06	0,03	0,06	0,03
FERRO - DTPA	1,85	1,13	1,13	1,13	0,72	2,21	0,72
MANGANÊS	0,81	0,54	0,54	0,38	0,54	0,27	0,11
MOLIBDÊNIO	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
ZINCO	0,46	0,46	0,46	0,46	0,26	0,33	0,13
% DE NH ₄ / N TOTAL	5,0	5,4	4,6	4,7	4,1	4,4	6,5
RELAÇÃO K/N	0,86	0,70	0,81	1,01	1,03	0,77	1,12
N/K	1,16	1,42	1,23	0,99	0,97	1,30	0,89
P/K	0,14	0,16	0,15	0,12	0,17	0,30	0,27
Ca/K	1,10	1,45	1,09	0,89	0,76	1,08	1,09
Mg/K	0,08	0,20	0,19	0,15	0,10	0,22	0,20
S/K	0,24	0,28	0,27	0,21	0,16	0,32	0,41
C.E. mS/cm	3,13	3,33	3,10	3,21	2,00	1,80	1,31

Vide: CASTELLANE & ARAUJO In: Cultivo sem solo: hidroponia. Jaboticabal, FUNEP, 1994. 43p

SOLUÇÕES NUTRITIVAS PARA PLANTAS ORNAMENTAIS

(Sonneveld & Straver, 1994)

Cultura	N-NO ₃	N-NH ₄	P	K	Ca	Mg	S-SO ₄	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
	g /1.000L												
Alstroemeria	158	18	39	235	115	24	40	0,3	0,05	1,4	0,6	0,05	0,3
	105	11	31	186	80	18	40	0,2	0,05	1,4	0,3	0,05	0,3
Anemona	182	14	47	254	150	24	40	0,3	0,05	2	0,3	0,05	0,3
Cravo	182	14	39	244	150	24	40	0,6	0,05	1,4	0,6	0,05	0,3
	102	11	19	156	70	12	26	0,2	0,03	1,1	0,3	0,05	0,2
Antúrio	91	14	31	176	60	24	48	0,2	0,03	0,8	0,2	0,05	0,2
Aster	182	14	39	244	150	24	40	0,3	0,05	1,4	0,6	0,05	0,3
Bouvardia	182	18	54	235	170	24	48	0,2	0,05	1,4	0,3	0,05	0,2
	112	14	47	156	100	12	24	0,2	0,05	1,4	0,3	0,05	0,2
Crisântemo	179	18	31	293	100	24	32	0,2	0,03	3,4	1,1	0,05	0,2

Vide: Boletim técnico 180, IAC 1999

SOLUÇÕES NUTRITIVAS PARA PLANTAS ORNAMENTAIS

(Sonneveld & Straver, 1994)

Cultura	N-NO ₃	N-NH ₄	P	K	Ca	Mg	S-SO ₄	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
	g /1.000L												
Cymbidium	63	7	31	137	80	21	68	0,2	0,03	0,4	0,6	0,05	0,2
	56	17	31	127	65	21	72	0,2	0,03	0,4	0,6	0,05	0,3
Euforbia	161	14	47	235	140	24	48	0,2	0,03	2	0,6	0,05	0,2
Freesia	203	17	39	303	135	36	48	0,3	0,05	1,4	0,6	0,05	0,3
Gerbera	158	21	38	215	120	24	40	0,3	0,05	2	0,3	0,05	0,3
	105	14	23	166	70	12	24	0,2	0,03	1,4	0,3	0,05	0,3
Gypsophila	210	17	54	274	180	30	48	0,3	0,05	1,4	0,6	0,05	0,3
Hippeastrum	182	14	39	293	125	24	40	0,3	0,03	0,6	0,6	0,05	0,3
Rosa	60	7	16	90	44	10	16	0,2	0,05	1,4	0,3	0,05	0,2
	154	18	39	196	140	18	40	0,2	0,03	0,8	0,3	0,05	0,2
Statice	168	14	31	235	120	24	32	0,03	0,05	0,8	0,6	0,05	0,3

Vide: Boletim técnico 180, IAC 1999

<https://www.yara.com/siteassets/crop-nutrition/our-global-fertilizer-brands/yaratera/nutrient-solutions-for-greenhouse-crops.pdf>

NUTRIENT SOLUTIONS FOR GREENHOUSE CROPS



Nouryon

eurofi

Agro

Geerten
van der
Lugt



13. NUTRIENT SOLUTIONS FOR FRUITING VEGETABLES

• Cucumber (Pepino) • Eggplant (berinjela) • Melon (Melão) • Sweet pepper (Pimentão) • Tomato (Tomate)

14. NUTRIENT SOLUTIONS FOR SOFT FRUITS (BERRIES)

• Blueberry (Mirtilo) • Raspberry (Framboesa) • Strawberry (morango)

15. NUTRIENT SOLUTIONS FOR LEAFY VEGETABLES

• Herbs (Ervas aromáticas) • Lettuce (Alface) • Microgreens (Microverdes)

16. NUTRIENT SOLUTIONS FOR CUT FLOWERS

• Alstroemeria • Anthurium • Carnation • Chrysanthemum • Gerbera
• Rose • Zantedeschia

CROP: BLUEBERRY

ORGANIC MATERIAL

Nutrient		Target value root zone	Nutrient solution fertigation		Target value root zone	Nutrient solution fertigation	Adjustments	
							Fruit Set	
pH		4.8	5.3		4.8	5.3		
EC	mS/cm	0.7	1.3	mS/cm	0.7	1.3		
Na	mmol/l	< 2		ppm	< 46			
Cl		< 4			< 140			
HCO ₃		< 0.1			< 6			
N-NH ₄	mmol/l	< 0.1	1	ppm	< 2	14		
K		1.1	2.6		43	102	1.4	55
Ca		1.4	3		56	120	-0.8	-32
Mg		0.8	1.1		19	24	0.1	2
N-NO ₃	mmol/l	3	8.5	ppm	42	119		
S		1.1	1		35	32	0.1	3.2
P		0.3	1.1		9	34	-0.2	-6.2
Fe	μmol/l	7	18	ppb	392	1008		
Mn		0.8	7.5		44	413		
Zn		1	4		65	260		
B		7	20		77	220		
Cu		0.7	1.0		44	64		
Mo		0.1	0.5		10	48		

The target values for soils are related to the analytical results with the 1:1.5 volume extract with water.

A

Calcium nitrate	65	kg
Iron DTPA 6% or EDDHA 6% or HBED 6%*	1676	g
Manganese EDTA 13%	317	g
Zinc EDTA 15%	174	g
Copper EDTA 15%	43	g

B

Potassium nitrate	19	kg
Monoammonium phosphate	5	kg
Monopotassium phosphate	10	kg
Magnesium sulphate 16% MgO	25	kg
Borax 11.3% B	191	g
Sodium molybdate 39.6%	12	g

SOLUÇÃO NUTRITIVA, DO SOLO E DO SUBSTRATO

**N-NO_3^- , N-NH_4^+ , Cl^- , $\text{P-H}_2\text{PO}_4^-/\text{P-HPO}_4^{2-}$, K^+ e Mg^{2+}
 S-SO_4^{2-} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} e Mo-MoO_4^{2-}
 Ca^{2+} e $\text{B-H}_3\text{BO}_3$**

+ ÁGUA

RAÍZES

**PARTE AÉREA DA PLANTA
(FOLHAS, CAULES, FLORES, FRUTOS)**

Como calcular as formulações de soluções nutritivas com sais e fertilizantes?

- -) cálculos aritméticos;
- -) outros métodos particulares
- -) software "hydrobuddy";

HydroBuddy, a FREE program for the calculation of hydroponic nutrient solutions

Made by Daniel Fernandez (a professional chemist) at
<http://scienceinhydroponics.com>

HydroBuddy was built using Lazarus v1.0.6, the code uses the limiting molar conductivity values found at <http://www.currentseparations.com/issues/18-3/cs18-3c.pdf> and the powerful linear equation system solving libraries of ALGLIB which can be obtained for free at <http://www.alglib.net>.

OK

**Adubos, sais e fertilizantes
simples disponíveis**

Sal/fertilizante	Nutriente	Teor %	CE (sol.0,1%) mS.cm ⁻¹	1 mg.L ⁻¹ g.1000L ⁻¹
Nitrato de potássio	K ₂ O	44	1,3	
	K	36,5		2,7
	N-NO ₃	13		7,7
	(Mg)	1		
	(S-SO ₄)	1,2		
	(P-PO ₄)	2		
Nitrato de cálcio			1,2	
	Ca	19		5,3
	N-NO ₃	14,5		6,9
	N-NH ₄	1		100
Nitrato de magnésio			0,9	
	Mg	9		11,1
	N-NO ₃	11		9,1
Fosfato monoamônio purificado (MAP)	P ₂ O ₅	60	1,0	
	N-NH ₄	11		9,1
	P	26		3,9
Nitrato de amônio			1,5	
	N-NH ₄	16,5		6,1
	N-NO ₃	16,5		6,1

Sal/fertilizante	Nutriente	Teor %	CE (sol.0,1%) mS.cm ⁻¹	1 mg.L ⁻¹ g.1000L ⁻¹
Fosfato monopotássico (MKP)	K ₂ O	35	0,7	
	P ₂ O ₅	53		
	K	29		3,5
	P	23		4,4
Cloreto de potássio (branco)	K ₂ O	60	1,7	
	K	50		1,9
	Cl	47		2,1
Sulfato de potássio	K ₂ O	50	1,2	
	K	41		2,4
	S-SO ₄	17		5,9
Sulfato de magnésio			0,9	
	Mg	10		10
	S-SO ₄	13		7,7
Ácido fosfórico 85%, D = 1,7	P ₂ O ₅	61(105)	1,0	
	P	27(45,7)		3,7 (2,2 mL)
Ácido nítrico 53%, D = 1,325			1,0	
	N-NO ₃	11,8(15,6)		8,5 (6,4 mL)

Sal/fertilizante	Nutriente	Teor	CE (sol.0,1%)	1 mg.L⁻¹
		%	mS.cm⁻¹	g.1000L⁻¹
Uréia	N - amídico	45	0,07	2,2
Sulfato de amônio	N - NH₄	20	2,1	5,0
URAN	N- amídico	14	1,1	7,1
(Nitrato de Amônio + Uréia)	N - NO₃	9		11,1
	N - NH₄	9		11,1
Cloreto de cálcio	Ca	24	1,3	4,2

SAIS/FERTILIZANTES QUE FORNECEM MACRONUTRIENTES

SAL/ADUBO	N-NO3	N-NH4	P	K	Ca	Mg	S-SO4	CE (mS/cm/kg)
NITRATO DE POTÁSSIO	13,00	0,00	0,00	36,50	0,00	0,00	0,00	1,28
NITRATO DE CÁLCIO	14,50	1,00	0,00	0,00	19,00	0,00	0,00	1,18
MONOAMÔNIO FOSFATO	0,00	11,00	26,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95
MONOPOTÁSSIO FOSFATO	0,00	0,00	23,00	29,00	0,00	0,00	0,00	0,70
SULFATO DE MAGNÉSIO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	11,00	0,88
URÉIA	0,00	46,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,70
CLORETO DE SÓDIO	0,00	0,00	0,00	52,00	0,00	0,00	0,00	1,70
SILICON PURE	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
NITRATO DE MAGNÉSIO	11,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,30	0,00	0,90
DRIPSOL MAGNUM P44	0,00	17,50	19,20	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50
CLORETO DE CÁLCIO	0,00	0,00	0,00	0,00	24,00	0,00	0,00	1,00
HAIFA CAL ABSOLUTE	0,00	0,00	0,00	0,00	30,10	0,00	0,00	1,20
	N-NO3	N-NH4	P	K	Ca	Mg	S-SO4	CE (mS/cm/kg)

NOVIDADES:

Formiato de Cálcio (24% Ca, CE sol 0,1%, 1,2mS/cm)

Formiato de Potássio (33% de K, CE sol 0,1%, 1,5mS/cm)

Comparativo: Formiato vs. Fontes Tradicionais

Característica	Fertilizantes à Base de Formiato	Fertilizantes Tradicionais (Ex: Cloretos/Sulfatos)
Velocidade de Absorção	Ultra-rápida (frequentemente em poucas horas)	Mais lenta (depende de alta umidade)
Risco de Fitotoxicidade	Muito baixo (seguro para folhas e brotos)	Alto (risco de queima por excesso de sal/cloro)
Performance em Clima Seco	Alta (absorve mesmo com umidade baixa)	Baixa (cristaliza na superfície da folha)
Ação Principal	Correção imediata e ganho de qualidade	Nutrição de base e manutenção do solo

Sal ou Fertilizante do nutriente)	Nutriente	Teor, %	g/1000L (0,1 mg.L ⁻¹)
--------------------------------------	-----------	---------	-----------------------------------

FeEDTA Fe	13	0,77	
FeDTPA	11	0,91	
FeEDDHA	6	1,67	
FeHBED	6	1,67	
FeEDDHSA	6	1,67	
Ácido bórico	B	17	0,59
Bórax	11	0,91	
Sulfato de cobre.5H ₂ O	Cu	23	0,43
CuEDTA	14,50,69		
Sulfato de manganês.H ₂ O	Mn	33	0,38
Cloreto de manganês		27	0,37
MnEDTA	13	0,77	
Sulfato de níquel.6H ₂ O	Ni	22	0,45
Sulfato de zinco.7H ₂ O	Zn	22	0,45
Cloreto de zinco		45	0,22
ZnEDTA	14	0,71	
Molibdato de sódio	Mo	39	0,26
Molibdato de amônio		54	0,19
Sulfato de níquel	Ni	22	0,45

MISTURAS COMERCIAIS DE MICRONUTRIENTES

SAL/ADUBO	N-NO3	N-NH4	P	K	Ca	Mg	S-SO4	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn	Ni	Co
Conmicros Standard	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,85	1,85	7,38	1,85	0,37	0,74	0,36	0,00
Conmicros Light	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,11	4,11	0,00	4,11	0,82	1,64	0,82	0,00
Green Equilibre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00	2,10	1,30	6,40	2,10	0,40	0,80	0,30	0,10
Equilibre Premium	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,04	0,66	3,19	1,04	0,21	0,42	0,13	0,05
Aquafértil Micros + Fe	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,30	4,70	1,20	0,40	0,40	0,00	0,00
Aquafértil Micros	0,00	0,00	0,00	13,00	0,00	1,20	1,80	5,00	1,00	0,00	6,60	1,80	1,30	0,00	0,00
YaraTera REXOLIN CXK	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	0,50	3,40	3,20	0,05	4,20	0,00	0,00
Librel BMX	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,88	1,70	3,35	1,70	0,02	0,60	0,00	0,00
Quelatec AZ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	0,28	7,50	3,50	0,30	0,70	0,00	0,00
Haifa Micromix	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,5	7,50	3,50	0,10	1,50	0,00	0,00
Fetrilon Combi 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,60	4,00	3,00	0,05	4,00	0,00	0,00
Dripsol Rexene Equilibrio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	11,00	0,50	0,50	2,50	2,00	0,20	1,50	0,00	0,00
Quelmax Micronutrientes	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	2,50	2,00	0,20	1,50	0,00	0,00
MicroSferti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,35	1,75	5,00	2,32	0,39	9,62	0,33	0,00
Brexil top	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	5,00	0,50	6,00	0,00	0,00
Oligogreen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	1,00	2,00	4,00	0,05	3,00	0,00	0,00
Quimifol ferro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,30	0,00	0,00	4,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00

PREPARO DE SOLUÇÕES CONCENTRADAS

ÁGUA +
SAIS/FERTILIZANTES

ÁGUA

REGRA N° 1

Antes de comprar uma propriedade ou montar uma instalação hidropônica providencie análise da(s) fonte(s) de água!

COMO COLETAR H₂O PARA ANÁLISE?

- Deixe correr água pura por 5 minutos para "limpar a tubulação"
- Enxágue uma garrafa plástica (vidro) de 0,5 litro (bem limpa!) por 7 vezes com a água que será analisada.
 - Encha até a boca (não deixe ar) e feche bem.
- Identifique e envie para o Laboratório (prazo 24 hs!, se puder)

QUE ITENS DEVO ANALISAR ?

ALCALINIDADE

A Alcalinidade determina a capacidade que uma água tem de neutralizar ácidos, principalmente por bicarbonatos

(HCO_3^-), Carbonatos (CO_3^{--}) a às vezes Hidróxidos (OH^-) (ANIONS)

Função: Age como um "tampão", controlando quão rápido o pH da solução hidroponica em água ou substrato sobe durante uma irrigação e fertirrigação

DUREZA

Estima a concentração de ions Cálcio (Ca^{++}) e Magnésio(Mg^{++}) na água, expressa em mg/L CaCO_3

A Dureza estima com quanto de Ca e Mg a água contribui para a Solução Nutritiva, mas a Dureza da água e nem tampona o pH diretamente

Fonte são os mesmos CaCO_3 e MgCO_3 , mas a DUREZA reflete os CÁTIONS (Ca^{++} e Mg^{++})

INTERAÇÕES ENTRE ALCALINIDADE E DUREZA DA ÁGUA

Geralmente elas aumentam em conjunto pois são derivadas do mesmo mineral (dissolução do Calcário)

ALCALINIDADE = Capacidade de Tamponamento Aniônico (HCO_3^-)

DUREZA = Carga de Cátions (Ca^{++} e Mg^{++})

Água DURA porém com baixa ALCALINIDADE $\Rightarrow$ CaSO_4 ou MgSO_4

$\text{Ca} \uparrow$ $\text{Mg} \uparrow$ $\text{HCO}_3^- \downarrow$

Água MOLE porém com alta ALCALINIDADE $\Rightarrow$ Dominância de Na(K)HCO_3

$\text{Ca} \downarrow$ $\text{Mg} \downarrow$ $\text{HCO}_3^- \uparrow$

COMPATIBILIDADE ENTRE FERTILIZANTES

NITRATO DE CÁLCIO

EVITAR MISTURA COM SULFATOS E FOSFATOS

SULFATO DE MAGNÉSIO

EVITAR MISTURA COM NITRATO DE CÁLCIO

MKP ou MAP

EVITAR MISTURA COM NITRATO DE CÁLCIO

NITRATO DE POTÁSSIO (*)

SEM PROBLEMAS DE INCOMPATIBILIDADE

MKP ou MAP

SEM PROBLEMAS DE INCOMPATIBILIDADE

MICRONUTRIENTES QUELATADOS DEPENDE DO QUELATO E DO pH

SOLUÇÃO CONCENTRADA CONTENDO NITRATO DE CÁLCIO E ÁCIDO FOSFÓRICO

	pH = 4,5	pH = 5,0	pH = 5,5
Ca	93,74 % íon livre	87,27 % íon livre	75,58 % íon livre
	6,26 % complexado com PO ₄	2,76 % complexado com PO ₄	0,73 % complexado com PO ₄
		<u>9,97 % na forma sólida com PO₄</u>	<u>23,69 % na forma sólida com PO₄</u>
	pH = 4,5	pH = 5,0	pH = 5,5
PO ₄	35,13 % complexado com Ca	15,50 % complexado com Ca	4,11 % complexado com Ca
	64,87 % complexado com H ⁺	<u>55,92 % na forma sólida com Ca</u>	<u>88,59 % na forma sólida com Ca</u>
		28,58 % complexado com H ⁺	7,30 % complexado com H ⁺

COMPATIBILIDADE ENTRE MICRONUTRIENTES NA FORMA DE SAIS INORGÂNICOS COM FERTILIZANTES

MICRONUTRIENTE	INCOMPATIBILIDADE	PROBLEMA
Fe^{2+} - FeSO_4	FOSFATOS, pH ALCALINO, BICARBONATO	PRECIPITAÇÃO E OXIDAÇÃO Fe^{2+} PARA Fe^{3+}
Mn^{2+} - MnSO_4	FOSFATOS, pH ALCALINO, BICARBONATO	PRECIPITAÇÃO/OXIDAÇÃO
Zn^{2+} - ZnSO_4	FOSFATOS, CARBONATOS e pH ALCALINO	PRECIPITAÇÃO DE FOSFATO OU BICARBONATO OU HIDRÓXIDO DE ZINCO
Cu^{2+} - CuSO_4	FOSFATOS, CARBONATOS e pH ALCALINO	PRECIPITAÇÃO
B - H_3BO_3	POUCAS INCOMPATIBILIDADES RELEVANTES	GERALMENTE PERMANECE DISPONÍVEL
Mo - Na_2MoO_4 ou NH_4MoO_4	CÁLCIO EM SOLUÇÕES CONCENTRADAS	PODE FORMAR MOLIBDATO DE CÁLCIO

INCOMPATIBILIDADE DE MICROS-EDTA COM FERTILIZANTES

MICRONUTRIENTE	FORMA EDTA	CUIDADOS
FERRO-EDTA	MODERADA	PERDE ESTABILIDADE EM pH ELEVADO CALCIO PODE COMPETIR PELO EDTA
MANGANES-EDTA	BOA	EVITAR SOLUÇÃO ALCALINA
ZINCO-EDTA	BOA	RELATIVAMENTE ESTÁVEL; CUIDADO COM EXCESSO DE FOSFATOS EM CONCENTRADOS
COBRE-EDTA	MUITO BOA	COMPLEXO BASTANTE ESTÁVEL
CÁLCIO-EDTA		O CÁLCIO PODE DESLOCAR METAIS DE COMPLEXOS MENOS ESTÁVEIS EM CERTAS CONDIÇÕES

CÁLCULO DE VOLUMES DE ÁCIDOS PARA NEUTRALIZAR BICARBONATOS

			CONC.DO ÁC.NÍTRICO 65	APORTE DE N
BICARBONATOS DA ÁGUA 100	BICARBONATOS A DEIXAR 31	BICARBONATOS A DESTRUIR 69	volume, mL 110	16
			CONC.DO ÁC.FOSFÓRICO 85	APORTE DE P
BICARBONATOS DA ÁGUA 100	BICARBONATOS A DEIXAR 31	BICARBONATOS A DESTRUIR 69	volume, mL 130	35

ÁCIDOS PARA ELIMINAR BICARBONATOS DEIXANDO 31mg/L

BICARBONATOS	ÁCIDO NÍTRICO (mL/1000L)		AUMENTO DE N	ÁC. FOSFÓRICO (mL/1000L)	AUMENTO DE P
mg/L	65%	53%	mg/L	85%	mg/L
50	30	37	4	36	10
75	70	86	10	83	22
100	110	134	16	130	35
125	149	183	22	178	48
150	189	232	27	225	60
200	269	329	39	319	86
300	427	524	62	508	137
400	586	719	85	697	188
500	745	914	108	886	238

**PREPARAR SOLUÇÕES CONCENTRADAS A PARTIR DE
SOLUÇÃO COM COMPOSIÇÃO DEFINIDA.**

EXEMPLO SOLUÇÕES NUTRITIVAS TOMATE			
NUTRIENTE	mg/L		
	VEGETATIVA	INICIO FRUTIFICAÇÃO	FRUTIFICAÇÃO
NITROGÊNIO - NITRATO	156,3	166,0	166,0
NITROGÊNIO - AMÔNIO	6,0	6,7	6,7
N-TOTAL	162,3	172,7	172,7
FÓSFORO - TOTAL	44,0	44,0	44,0
POTÁSSIO - TOTAL	250,7	300,3	343,7
CÁLCIO	114,0	126,7	126,7
MAGNÉSIO - TOTAL	36,0	42,0	42,0
ENXÔFRE - TOTAL	48,0	65,1	73,0

ADUBOS DISPONÍVEIS:

1. NITRATO DE CÁLCIO;
2. NITRATO DE POTÁSSIO;
3. MAP;
4. MKP;
5. SULFATO DE MAGNÉSIO;
6. SULFATO DE POTÁSSIO;
7. COQUETEL DE MICRONUTRIENTES QUELATADOS.

QUAIS AS SOLUBILIDADES DE CADA UM DOS
FERTILIZANTES QUE SERÃO USADOS?

QUAIS OS COMPATÍVEIS ENTRE SI?

QUAIS OS VALORES DAS CONDUTIVIDADES
ELÉTRICAS DAS SOLUÇÕES DE CADA FERTILIZANTE?

NUTRIENTE	VEGETATIVA mg/L
N - NITRATO	156,3
N - AMÔNIO	6,0
N-TOTAL	162,3
FÓSFORO	44,0
POTÁSSIO	250,7
CÁLCIO	114,0
MAGNÉSIO	36,0
ENXÔFRE	48,0

SOLUÇÕES NUTRITIVAS

FERTILIZANTES DISPONÍVEIS

NITRATO DE CÁLCIO-Ca(19%), N-NO₃(14,5%) e NH₄(1,0%)

NITRATO DE POTÁSSIO-K(36,5%), N-NO₃(13,0%)

MONOPOTÁSSIO FOSFATO-K(29%), P(23%)

MONOAMÔNIO FOSFATO (MAP)-N-NH₄(11%), P(26%)

SULFATO DE MAGNÉSIO-Mg(9%), S(12%)

MICRONUTRIENTES-B, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Zn

SOLUÇÕES NUTRITIVAS

**SOLUÇÃO TOMATE VEGETATIVA:
CALCIO (114) e MAGNÉSIO (36)**

FERTILIZANTES / SAIS QUANTIDADE (mg/L)

NITRATO DE CÁLCIO-Ca, N 114 / 0,19 = 600 mg/L

SULFATO DE MAGNÉSIO-Mg, S 36 / 0,09 = 400 mg/L

**FALTAM AS FONTES e QUANTIDADES
DE N, P e K**

FORNECIMENTO DE N-NO₃

NITRATO DE CÁLCIO - Ca,N – $600 \times 0,145 = 87$ mg/L

QUANTO FALTA PARA N-NO₃ – (156 mg/L)

$156 - 87 = 69$ mg/L

NITRATO DE POTÁSSIO - N,K – $69 / 0,13 = 530$ mg/L

**FALTAM AS FONTES e QUANTIDADES
DE N, P e K**

FORNECIMENTO DE K

NITRATO DE POTÁSSIO - K,N – $530 \times 0,365 = 193 \text{ mg/L}$

QUANTO FALTA PARA K (250)

$$250 - 193 = 57 \text{ mg/L}$$

COMPLEMENTAÇÃO DE K COM MKP

FOSFATO MONOPOTÁSSICO - P,K – $57/0,29 = 196 \text{ mg/L}$

FORNECIMENTO DE P

$$196 \times 0,23 = 45 \text{ mg/L}$$

$$\text{N-NH}_4 = 6 \text{ mg/L}$$

NITRATO DE CÁLCIO - N,Ca = $600 \times 0,01 = 6 \text{ mg/L}$

FERTILIZANTES DISPONÍVEIS- CE solução 0,1%

NITRATO DE CÁLCIO- 1,2 mS

NITRATO DE POTÁSSIO- 1,3 mS

MONOPOTÁSSIO FOSFATO (MKP)- 0,7 mS

MONOAMÔNIO FOSFATO (MAP)- 1,0 mS

SULFATO DE MAGNÉSIO- 0,9 mS

MICRONUTRIENTES-B, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Zn

Solubilidade em água de alguns sais usados em hidroponia

Sal	Solubilidade (g/mL)
------------	----------------------------

Nitrato de cálcio	0,50
--------------------------	-------------

Nitrato de potássio	0,15
----------------------------	-------------

Fosfato monopotássico	0,20
------------------------------	-------------

Sulfato de magnésio	0,50
----------------------------	-------------

SOLUÇÕES CONCENTRADAS A e B

SOLUÇÃO A

Nitrato de cálcio

**Micronutrientes
(sais)**

SOLUÇÃO B

Nitrato de potássio

Fosfato monopotássico

Sulfato de magnésio

Quelato de ferro

SOLUÇÕES CONCENTRADAS A e B

SOLUÇÃO A

Nitrato de cálcio

SOLUÇÃO B

Nitrato de potássio

Fosfato monopotássico

Sulfato de magnésio

Micronutrientes (quelatos)

SOLUÇÕES CONCENTRADAS A e B

SOLUÇÃO A

Nitrato de cálcio

Micronutrientes (quelatos)

SOLUÇÃO B

Nitrato de potássio

Fosfato monopotássico

Sulfato de magnésio

Volume de água para atender a quantidade máxima de cada sal ou fertilizante

Sal	Solubilidade	Quant.	Vol.
(g/mL)	g/1000L	mL	

Nitrato de Ca	0,50	600	1.200
----------------------	-------------	------------	--------------

Nitrato de K	0,15	530	3.535
---------------------	-------------	------------	--------------

MKP	0,15	196	1.310
------------	-------------	------------	--------------

Sulfato Mg	0,50	400	800
-------------------	-------------	------------	------------

DEVE-SE ATENDER A SOLUBILIDADE DA MISTURA DE SAIS

Volume mínimo de solução para dissolver 600 g de nitrato de cálcio = 1.200mL. Para simplificar e usarmos os mesmos volumes de A e B, arredondamos para 10L o volume para dissolver os sais compatíveis:

A - nitrato de cálcio;

DEVE-SE ATENDER A SOLUBILIDADE DA MISTURA DE SAIS

Volume mínimo de solução para dissolver 530 g de nitrato de potássio + 196g de MKP + 400g de sulfato de magnésio = $3.535 + 1.310 + 800 = 5.645\text{mL}$. Para simplificar, arredondamos para 10L o volume para dissolver os sais compatíveis:

B - nitrato de potássio, sulfato de magnésio e fosfato monopotássico (MKP)

Preparar 1000 L de soluções A e B

Solução A kg/1000L

- **Nitrato de Ca $0,60 * 1000/10 = 60$**

Solução B

- **Nitrato de K $0,53 * 1000/10 = 53$**
- **MKP $0,20 * 1000/10 = 20$**
- **Sulfato de Mg $0,80 * 1000/10 = 80$**
- **Coquetel de Micros $0,025 * 1000/10 = 2,5$**

Preparo de 10.000L de solução nutritiva e o ajuste da Condutividade Elétrica

- **Para preparar 10.000L de solução nutritiva com $CE = 2,0 \text{ mS/cm}$ usam-se 100L de cada uma das soluções A e B.**

QUAL A RELAÇÃO DE DILUIÇÃO ?

$$100 : 10.000 = 1 : 100$$

DOIS INJETORES: A e B

**Como calcular as
formulações de
soluções nutritivas
com sais e
fertilizantes?**

HydroBuddy, a FREE program for the
calculation of hydroponic nutrient
solutions

Made by Daniel Fernandez (a professional
chemist) at
<http://scienceinhydroponics.com>

HydroBuddy was built using Lazarus v1.0.6, the code uses the
limiting molar conductivity values found at
<http://www.currentseparations.com/issues/18-3/cs18-3c.pdf> and
the powerful linear equation system solving libraries of ALGLIB
which can be obtained for free at <http://www.alglib.net>.

OK

MUITO OBRIGADO PELA ATENÇÃO

PEDRO R. FURLANI
pfurlani@conplant.com.br
F: +55 (19) 99118-2487