



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0311383-3 B1

(22) Data do Depósito: 28/05/2003

(45) Data de Concessão: 24/05/2016
(RPI 2368)



* B R P I 0 3 1 1 3 8 3 B 1 *

(54) Título: SOLUÇÃO AQUOSA DE ÁCIDO BÓRICO E ÁCIDO SILÍCIO NÃO COLOIDAL, E, MÉTODOS PARA PREPARAR A MESMA, PARA O TRATAMENTO DE PLANTAS OU ÁRVORES, PARA O TRATAMENTO DE ALIMENTO E PARA O TRATAMENTO DE COSMÉTICOS, CREMES TERAPÊUTICOS, UNGUENTOS, XAMPUS OU GÉIS.

(51) Int.Cl.: C05G 3/00; C01B 33/143

(30) Prioridade Unionista: 31/05/2002 EP 02077147.3

(73) Titular(es): SABALO N.V.

(72) Inventor(es): WILLEM ADRIANUS KROS

“SOLUÇÃO AQUOSA DE ÁCIDO BÓRICO E ÁCIDO SILÍCICO NÃO COLOIDAL, E, MÉTODOS PARA PREPARAR A MESMA, PARA O TRATAMENTO DE PLANTAS OU ÁRVORES, PARA O TRATAMENTO DE ALIMENTO E PARA O TRATAMENTO DE COSMÉTICOS, CREMES TERAPÊUTICOS, UNGUENTOS, XAMPUS OU GÉIS”

CAMPO DA INVENÇÃO

A invenção diz respeito a soluções aquosas contendo silício e boro biodisponíveis, que podem ser usados para fortalecer plantas ou árvores, ou como alimentos ou aditivos alimentícios para seres humanos e animais. A invenção também se relaciona à preparação de soluções estáveis contendo silício e boro biodisponíveis.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

O silício é um nutriente essencial para plantas e está presente como ácido ortossilícico de baixa concentração (H_2SiO_4) no solo, em minerais e na água dos oceanos. Nos modernos sistemas de agricultura, as soluções nutrientes são a maioria das vezes deficientes em ácido ortossilícico e os silicatos adicionados são incapazes de compensar esta deficiência. O ácido silícico é algumas vezes incluído em formulações de nutrientes, mas não é suficientemente disponível como tal, porque elas são, como silicatos, fracamente solúveis em água.

Os silicatos não são bem absorvidos pelos organismos. Provavelmente, o ácido ortossilícico é o composto de silício biodisponível mais elevado para diatomáceas, plantas, animais e seres humanos. Na água, os silicatos e o gel de sílica são lentamente hidrolisados no ácido ortossilícico, o qual é fracamente solúvel e polimeriza rapidamente em pequenas partículas [material não coloidal (não opalescente, não turbido)]. Estas estruturas polimerizadas agregam-se diretamente em cadeias mais longas (ainda não coloidais), levando a uma rede real (colóide; opalescente, turbido). Este processo resulta na formação de um gel macio, o qual é fracamente biodisponível. A formação destes colóides e géis é dependente do pH. O tempo de geleificação mais longo ocorre em pH 2. Em pH mais baixo e mais alcalino, o tempo para a formação de colóide e finalmente de gel decresce

(Iler, R. K. *The Chemistry of Silica*. Wiley: New York, 1979). De acordo com esta referência, os estágios de monômero até a polimerização de sol-gel podem ser resumidos como segue:

1. ácido ortossilícico monomérico em meio ácido;
- 5 2. polimerização de monômeros de ácido ortossilícico em pequenos oligômeros (principalmente dímeros, trímeros e tetrâmeros, lineares ou cíclicos);
3. outra condensação em polímeros lineares ou aleatoriamente ramificados (partículas pequenas, ± 2 nm) (pré-sol);
- 10 4. cultivo destas partículas (sol, coloidal, tamanho de partícula de cerca de 5 a 100 nm);
5. ligação de partículas nas cadeias (agregação, coloidal);
6. formação de cadeia em rede e extensão na totalidade do líquido (agregação, pré-gel);
- 15 7. espessamento em um gel (gel).

De acordo com a literatura, o silício ajuda no endurecimento das raízes das plantas, e também é essencial para o bom crescimento das plantas e a resistência a doenças. As folhas são fortalecidas através da formação do ácido silícico que atua como uma barreira mecânica. O silício

20 também se liga às substâncias das plantas tais como açúcares, proteínas ou compostos fenólicos que estão presentes em todas as espécies de fibras vegetais. Os micélios dos fungos não podem penetrar mais nas plantas. Ele aumenta a produção, induz a resistência às tensões, controla as doenças e pragas, reduz a toxicidade de certos minerais como o manganês e o alumínio,

25 aumenta a tolerância às adversidades do congelamento, regula o consumo de água e melhora a firmeza das folhas, resultando em intensificação da fotossíntese. É descrito que o silício é absorvido através das raízes como ácido ortossilícico. Usualmente, os silicatos, o gel de sílica (kieselgel), os metassilicatos, os zeólitos e outros compostos de silício são usados, porém

tendo uma baixa biodisponibilidade.

Os novos produtos químicos que são usados na agricultura também induzem a polimerização e a agregação do ácido ortossilícico em colóides (por exemplo fluoretos, compostos nitrados e clorados, inseticidas, antibióticos, fungicidas etc.). Por isso, a atividade sinérgica entre as raízes e os micróbios, resultando em melhor biodisponibilidade de minerais e solubilização de silicatos, é omitida ou reduzida, o que resulta em plantas mais fracas com um menor teor de minerais. Para contornar este problema, as plantas têm recebido mais fertilizantes do que o necessário e também têm de ser protegidas por inseticidas, fungicidas etc., mais do que o necessário. Isto é especialmente um problema para plantas de hidroculutura.

Além da importância do silício para as plantas, existe também evidência do que o silício é um elemento essencial para animais e seres humanos (DE19530882). A questão surge se o silício for também capaz de proteger e fortalecer animais e seres humanos contra a infiltração de micróbios patogênicos (bactérias, fungos) e poderia diretamente estar relacionada com certas condições fisiológicas. O corpo humano contém uma quantidade muito substancial de silício, muito mais elevada do que a maioria dos elementos de traço essenciais como o Mn, Fe, Cu ou Zn. Especialmente órgãos, tecido conectivo, cartilagem e ossos contêm altas quantidades de silício. Alguns estudos mostram que os teores de silício decrescem com a idade. As mulheres grávidas tem baixas concentrações de silício no soro e o uso de suplementos de silício por elas apresentou ação terapêutica sobre a pele e redução da toxicidade do alumínio (Reffitt, D. M., Jugdaohsingh, R., Thompson, R. P. H., Powell, J. J.: *Silicic acid: its gastrointestinal uptake and urinary excretion in man and effects on aluminium excretion. J. Inorg. Biochem.* 1999; 76: 141-146; e Van Dyck, K., Van Cauwenbergh, R., Robbeerecht, H., Deelstra, H.: *Bioavailability of silicon from food and food supplements. Fresenius J. Anal. Chem.* 199; 363: 541-544). O uso de

suplementos de silício também reduz a toxicidade do alumínio. O alumínio inibe a formação óssea e está correlacionado com as doenças neurológicas como Parkinson e Alzheimer. O silício acha-se ligado com a elasticidade das paredes das artérias e vasos sanguíneos e reforça o sistema imune.

5 Existem relatos clínicos sobre o melhoramento das doenças da pele, doenças cardíacas, asma, doenças reumáticas, psoríase, doenças dos ossos, etc. pelo uso de géis de sílica. Os géis de sílica são usados em todo o mundo. No entanto, estes géis são fracamente biodisponíveis por causa das dificuldades em dissolver o ácido silícico coloidal.

10 Por esta razão, para se usar o silício de uma maneira biodisponível eficaz, tem-se de usar uma solução de ácido ortossilícico não coloidal e tem-se de prevenir a formação de colóides e de géis. Entretanto, é muito difícil inibir a formação de colóides e de géis nas soluções altamente concentradas ($> 10^{-4}$ mol de Si) em todos os valores de pH. Os colóides e géis
15 não são biodisponíveis, mas os colóides se despolimerizam lentamente em partículas menores e ácido ortossilícico. Esta despolimerização é limitada e não muito reprodutível, tendo em vista que estes colóides são relativamente instáveis e a polimerização depende do teor de água, do pH e da concentração de sais. Isto resulta em uma concentração muito baixa de ácido ortossilícico,
20 que adere a toda espécie de materiais biológicos, nos sistemas gastrintestinais e no material coloidal restante.

 Em seguida ao silício, o boro também é considerado como um elemento de traço importante. O boro é um elemento essencial bem documentado para as plantas. A deficiência resulta na inibição do crescimento
25 (Ishii, T., Matsunaga, T., Hayashi, N. *Formation of rhamnogalacturonan II-borate dimer in pectin determines cell wall thickness of pumpkin issue*. Em: *Plant Physiology*; 126: (4) 1698-1705 Agosto de 2001), e o ácido bórico retarda a senescência das flores do craveiro (Serrano, M., Amoros, A., Pretel, M. T., Martinez-Madrid, M. C., Romojaro, F. *Preservative solutions*

containing boric acid delay senescence of carnation flowers. Postharvest Biology and Technology; 23: (2) 133-142; Novembro de 2001). Altas concentrações de boro em água dá produções de cultivo reduzidas. O ácido bórico é usado como fungicida, inseticida e herbicida em diferentes, porém elevadas, concentrações. Como herbicida, ele é um veneno forte. Ele pode agir como composto de dessecação ou pode inibir a fotossíntese e eliminar as algas em piscinas e sistemas de esgotos. Como fungicida, ele é usado como um preservativo da madeira. O ácido bórico é, portanto, usado na agricultura e em sítios outros que não de agricultura, especialmente em áreas de manipulação de alimentos e rações.

O boro também é usado em seres humanos para curar feridas, infecções vaginais, em lavagens oculares, em cosméticos e em alimentos como preservativo ou composto antimicrobiano, como anti-séptico brando. Ele também deve ter atividade antiviral. A alta toxicidade limita seu uso como composto antimicrobiano em animais e seres humanos. Antes de 1980, o boro foi considerado como um elemento não essencial na nutrição dos seres humanos. Recentemente, numerosos estudos de animais e seres humanos mostraram que ele é também essencial para o crescimento normal de qualquer forma para plantas, e é importante para os hormônios envolvidos e o metabolismo ósseo (testosterona e estrogênio). Ele se acha envolvido também na mineralização óssea.

Na natureza, o boro (como o silício) é encontrado em fontes vulcânicas e outras fontes de água natural (nascentes minerais), e também como boratos nos minerais.

As combinações de silício e boro em aditivos alimentares ou como medicamentos são conhecidos da literatura. Na DE19530882, por exemplo, é usado um medicamento que compreende 21,43% em peso de silício (de sílica) e 2,14% em peso de boro (de bórax). Este medicamento é usado como sólido ou como líquido. Uma clara desvantagem é que o silício

não é biodisponível desta maneira. Outro documento, a WO 00/27221 descreve uma solução para concentrar metais nas plantas, compreendendo pelo menos 100 mg/kg de silício e pelo menos 100 mg/kg de boro. Aqui é também uma desvantagem que o silício não seja, ou dificilmente seja, biodisponível. Igualmente as faixas em que o silício e o boro podem ser adicionados, podem levar a combinações que podem ter um efeito negativo sobre a biodisponibilidade. Por exemplo, nos seres humanos, a ingestão elevada de silício pode resultar em litíase, efeitos imunológicos ou acúmulo de silício. Ambos os elementos interferem também com a absorção de outros minerais. A alta ingestão de boro pode aumentar os níveis de testosterona e de estrogênio e pode interferir com a função do hormônio paratireóideo.

O ácido bórico e o ácido silícico são ácidos fracos e fracamente solúveis em água. Eles são comuns em água não poluída em toda a terra e vitais para o equilíbrio mineral de plantas, animais e seres humanos. Todos estes ácidos se tornam exauridos em sistemas poluídos e sua biodisponibilidade decresce.

Também outras combinações encontradas na literatura não usam silício em sua forma biodisponível e não usam o efeito sinérgico do boro na biodisponibilidade da sílica não coloidal. Além disso, existe também a necessidade de uma solução com alta concentração de ácido silícico, que pode ser usada como solução de estoque, em que o ácido silícico esteja presente em sua forma não coloidal, não obstante suas altas concentrações e a presença de boro.

É o objeto da invenção produzir uma solução com uma biodisponibilidade e atividade do silício (na forma de ácido silícico) aumentadas na presença de boro (na forma de ácido bórico) nessa solução. É outro objeto da invenção preparar uma solução altamente concentrada de ácido silícico que não polimerize e/ou gel, que possa ser mantida como solução de estoque por um longo período, sem polimerização de geleificação

daquela solução em combinação com ácido bórico.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

5 A presente invenção inclui uma solução aquosa, compreendendo ácido bórico e ácido silícico não coloidal. Esta solução pode também compreender um aditivo absorvente de água. A solução contém ácido silícico não coloidal biodisponível, e a solução é estável por > 1 ano.

10 A invenção também compreende um método para a preparação de uma solução em que um ou mais compostos de silício e boro sejam hidrolisados em uma solução ácida contendo um ou mais aditivos (umectantes) absorventes de água dissolvidos (fortes).

15 A invenção também inclui o uso desta solução, em que, após diluição, a solução seja aplicada às plantas ou árvores, para aumentar sua resistência contra um ou mais dos grupos de infecção microbiana, insetos, pragas, fungos, ervas daninhas, ou condições físicas extremas, ou fornecida a peixes. A invenção também compreende o uso da solução para fortalecer o tecido conectivo, os ossos, a pele, as unhas, as artérias, a cartilagem e as articulações em animais e seres humanos.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

20 Foi agora surpreendentemente observado que a biodisponibilidade de uma combinação de ácido silícico não coloidal com ácido bórico dá uma biodisponibilidade intensificada do ácido silícico.

25 Os efeitos que são observados não são observados quanto a um destes ácidos fracos, mas apenas quando eles são utilizados em combinação. Os efeitos biológicos da adição do ácido silícico são muito maiores, quando o ácido bórico é acrescentado. Por isso, a invenção compreende uma solução aquosa contendo ácido bórico e ácido silícico não coloidal. Conseqüentemente, o boro não podendo apenas ter sua própria função, a presença de boro também intensifica a função do ácido silícico. Entretanto, estes efeitos são apenas obtidos quando os ácidos fracos são usados juntos, e o

ácido silícico não seja polimerizado em grandes partículas.

A função do boro como elemento sinérgico na solução com ácido silícico não coloidal está apenas presente quando a relação de boro para silício não seja muito elevada. A solução em conformidade com a presente invenção tem uma relação de silício-boro entre 1 e 1000.

Tendo em vista que o ácido silícico deve estar presente em uma forma não coloidal para ser biodisponível, a formação de ácido silícico coloidal deve ser impedida. Isto pode ser feito pela escolha da concentração correta, por exemplo uma concentração abaixo de aproximadamente 10^{-4} mol de Si. A solução de acordo com a presente invenção deve ser filtrável através de um filtro de 0,1 micron, por exemplo um filtro de membrana. Por filtrável denota-se que cerca de 90% ou mais da solução passem através do filtro. Quanto a concentração é por demais elevada e o ácido silícico coloidal tenha sido formado, parte da solução não passará pelo filtro.

Nesta solução, as concentrações de silício como ácido silícico e boro como ácido bórico serão entre aproximadamente 0,0001 e 0,005% em peso e 0,000001 e 0,005% em peso, respectivamente, preferivelmente entre aproximadamente 0,0001 e 0,01% em peso e 0,000001 e 0,01% em peso.

Uma solução, como acima descrito, não pode ter uma grande concentração de ácido silícico. Isto pode ser uma desvantagem, quando da aplicação de uma tal solução, ou quando da armazenagem de uma tal solução. Isto significa que grandes volumes são necessários. Foi agora surpreendentemente observado que uma combinação de um ácido silícico com ácido bórico e um aditivo forte absorvente de água (um umectante, que seja capaz de absorver água para mantê-la absorvida e para impedir que a água se evapore), pode solucionar este problema. Neste forma de realização, a solução pode agora compreender altas concentrações de ácido silícico não coloidal (por exemplo, 2% em peso de Si são alcançados), manter o efeito sinérgico da presença do ácido bórico, quando a solução também compreenda

um aditivo absorvente de água. Uma tal solução deve ter um pH baixo, pH abaixo de 2 e, preferivelmente, pH abaixo de 1, por exemplo de 0,5. Este pH baixo pode ser obtido pela adição de ácidos como o HCl ou o H₃PO₄. Tendo em vista ser o pH muito baixo (por exemplo < 1), a água e as partículas são altamente protonadas.

Principalmente oligômeros (partículas pequenas) são encontrados: dímero, trímero linear, tetrâmero linear, até heptâmero, trímero cíclico, tetrâmero cíclico, pentâmero cíclico e pequenos derivados destes compostos cíclicos e lineares. Estes pequenos compostos (de ± uns poucos nanômetros ou menores) não são mais cultivados pela atividade do umectante forte, que inibe sua agregação e precipitação. O ácido bórico absorve estas pequenas partículas. Estas partículas passam facilmente através de filtros de 100 nanômetros, mas passam mais dificilmente através de um filtro molecular menor do que 10.000 MW (Da), por exemplo um filtro Amicon.

Partículas de sol maiores do que cerca de 4 nm tornam-se heterogêneas e coloidais e não podem passar através do filtro de 0,1 micron ou, por exemplo, um filtro de 20.000 Mw. Tendo em vista que as “partículas” pequenas que se acham presentes na solução da invenção passam facilmente através de um filtro de 0,1 micron, a natureza da preparação não pode ser um sol ou gel (não coloidal, assim não sol, não gel). Além disso, praticamente nenhuma “partícula” fica retida em um filtro ou filtros de 20.000 MW com um corte mais elevado), o que apenas permite que muito pequenas partículas [como os pequenos oligômeros e os pequenos polímeros de estágio 2 e 3 (ver acima)] passem através. Por outro lado, os oligômeros se acham normalmente (após a diluição) em equilíbrio com o ácido ortossilícico através de dissolução. A solubilidade do ácido ortossilícico é limitada à concentração de Si menor do que 50 ppm. Levando em conta estes resultados, conclui-se que a síntese de ácido silícico não coloidal resulte em uma estabilização dos oligômeros de ácido silícico com um peso molecular baixo e que outra

formação de sol e gel é interrompida através da estabilização do oligômero. A concentração do ácido ortossilícico (monômeros) na solução de estoque concentrada pode ser medida pela reação bem conhecida de ácido sílico-molíbico (R. K. Iler 1979 pp. 95-105). A aplicação deste método não apresenta nenhuma reação positiva. Isto significa que a solução de estoque da invenção é uma solução que compreende oligômeros de ácido silícico estabilizado (partículas oligoméricas), as quais são menores do que cerca de 4 nm, e que não compreende nenhum ácido ortossilícico livre mensurável. Estes oligômeros de ácido silícico estabilizado não polimerizam ainda a um colóide (sol, agregados) ou gel, e são filtráveis através de um filtro de 0,1 micron ou, por exemplo, um filtro de 20.000 Mw. Esta forma de ácido silícico na fase 2 e 3 é biodisponível.

Conseqüentemente, a solução da invenção, compreendendo sílica não coloidal próxima a B, isto é: sílica que esteja principalmente no estágio 2 [polimerização do ácido ortossilícico em pequenos oligômeros (principalmente dímeros, trímeros e tetrâmeros, lineares ou cíclicos)] e no estágio 3 [polímeros lineares ou aleatoriamente ramificados (pequenas partículas, ± 2 nm) (pré-sol)], e pequenas quantidades não detectáveis do ácido ortossilícico monomérico. Esta solução passa através de um filtro de 0,1 micron. Não obstante o monômero possa estar presente (por causa do equilíbrio), preferivelmente nenhum ácido ortossilícico livre mensurável (reação de ácido sílico-molíbico) está presente. A invenção não é direcionada à sílica coloidal ou sílica como sóis. Os colóides compreendem partículas de aproximadamente 5 a 100 nm (Kirk-Othmer, 'Colloids') e Römpp descreve em sua *Chemie Lexikon* o silicassol como uma solução aniônica aquosa de SiO_2 coloidal amorfo, com um tamanho médio de partícula de 5 a 150 nm. Não se pode excluir que quantidades secundárias destas espécies se acham presentes na solução da invenção, mas a solução da invenção substancialmente compreende sílica não coloidal (ácido ortossilícico

que esteja principalmente nos estágio 2 e estágio 3, como descrito acima, que seja silício biodisponível).

A atividade biológica da solução da invenção é surpreendentemente devida a estas partículas: os pequenos oligômeros de ácido silícico em combinação com ácido bórico. O ácido silícico puro tem uma atividade inferior. O umectante permite alta concentração de ácido silícico (sílica não coloidal) e impede a agregação. A agregação destas partículas resulta em opalescência, turbidez, reflexão da luz, formação de colóides e de géis e, assim, perda da bioatividade.

O aditivo é preferivelmente selecionado do grupo de aditivos alimentares (lista E e A). Conseqüentemente, a solução de acordo com a presente invenção é uma solução em que o aditivo absorvente de água (umectante) pode ser polissorbato, uma goma vegetal, uma celulose substituída, um poliglicerol éster de ácidos graxos, um polietileno glicol, uma polidextrose, propileno glicol, alginato de propileno glicol, um polióxido etileno glicol éster, uma pectina ou pectina amidada, um sacarose éster de ácidos graxos, amido acetilado ou hidroxipropílico, fosfatos de amido, uréia, sorbitol, maltitol, uma vitamina, etc., ou misturas destes. O umectante forte atrai água e inibe a agregação de ácido silícico aos colóides. O ácido silícico que é absorvido ao complexo umectante-água não se agregará.

Para se obter alta concentração de ácido silícico não coloidal, uma alta concentração do aditivo absorvente de água é necessária. O aditivo absorvente de água na solução da invenção está presente em uma concentração de pelo menos 30% (P/V, Peso por volume para pós, e V/V para líquidos), preferivelmente 40%. Tais soluções surpreendentemente podem ser armazenadas como solução de estoque e guardadas por um longo tempo (> 1 ano) em temperatura ambiente antes da diluição e aplicação nas plantas, animais e seres humanos. Daí, desta maneira, uma solução é formada com uma alta concentração de ácido silícico, que pode ser usada como solução de

estoque, em que o ácido silícico esteja presente em sua forma biodisponível não coloidal, não obstante suas altas concentrações e a presença de boro. Esta solução tem um pH abaixo de 2 e preferivelmente abaixo de 1, tem uma relação de silício-boro entre 0,1 e 1000 e é filtrável através de um filtro de 0,1 5 micron, por exemplo um filtro de membrana, e são também filtráveis através de um filtro de 20.000 MW (Da), por exemplo um filtro Amicon.

Para estas soluções concentradas contendo um aditivo absorvente de água (ou uma combinação de aditivos absorventes de água), as concentrações para ambos os elementos na forma de ácidos podem ser 10 aproximadamente entre 0,01 e 2% em peso (Si) e 0,0001 e 4% em peso (B), respectivamente (1% é 10 mg/ml).

É sabido que B também pode estabilizar sílica não coloidal. No entanto, esta estabilização apenas dura por um curto período, cerca de um dia. Além disso, tal estabilização é apenas obtida quando a quantidade de B 15 seja muito mais elevada do que na solução da invenção (por exemplo, pelo menos 10 vezes mais elevada do que Si).

Os ácidos bórico, silícico e também o fúlvico (extrato de material fúlvico e material heterogêneo, compreendendo ácidos orgânicos fracos e minerais) são ácidos fracos e fracamente solúveis em água. Em 20 baixas concentrações, eles são comuns em água não poluída em toda a terra. Eles são vitais para a saúde mineral das plantas, dos animais e dos seres humanos. Todos estes ácidos se tornam exauridos em sistemas poluídos e, por isso, sua biodisponibilidade é reduzida. Observou-se que as misturas selecionadas destes ácidos em formulações líquidas em baixas concentrações 25 estimulam as condições normais de saúde e podem ser usadas como nutrientes que impedem várias doenças e como agentes anti-envelhecimento. Conseqüentemente, a solução da presente invenção pode também compreender, em uma forma de realização específica, o ácido fúlvico. Em uma tal solução, o ácido fúlvico está presente em uma concentração final

entre 0,1 e 10% (V/V).

Soluções concentradas como estas, compreendendo ácido silícico não coloidal, ácido bórico (e opcionalmente ácido fúlvico) e um aditivo absorvente de água, podem ser preparadas de uma maneira em que um
5 ou mais compostos de silício e boro sejam hidrolisados em uma solução ácida contendo um ou mais aditivos absorventes de água dissolvidos. No decurso deste método, o aditivo absorvente de água (umectante) é dissolvido em água e um ácido forte é adicionado. Pode ser necessário levar ou manter o aditivo absorvente de água (por exemplo, PEG 400 OU 600, polietileno glicol com
10 MW médio de 400 ou 600, respectivamente) antes de se adicionar o ácido, em aproximadamente 20°C. Depois, a solução é levada a uma temperatura mais elevada do que cerca de 20°C, mas menor do que aproximadamente 40°C, por exemplo em 25°C, e mantida nesta temperatura por umas poucas horas, por exemplo 5 horas, para boa hidratação. Ácido bórico pode ser adicionado, por
15 exemplo na forma de material cristalino ou de boratos alcalinos ou terrosos alcalinos. É preferível acidificar e hidratar completamente os aditivos absorventes de água (umectantes como líquidos ou com pó misturado com água), por algum tempo em uma temperatura, por exemplo, de aproximadamente > 20°C, antes de se adicionar silicato. Depois, o silício é
20 adicionado (por exemplo, uma solução de silicato alcalino ou terroso alcalino). Um bom resultado foi, por exemplo, obtido com a adição de um volume idêntico de uma solução de silicato de potássio alcalino diluído cinco ou dez vezes (12 a 18% de Si) em água (a água deve ter uma temperatura de aproximadamente > 22°C), que é adicionada à solução concentrada de PEG-
25 ácido bórico muito lentamente sob agitação. A solução é aquecida até 25°C de modo a hidratar completamente o umectante (para impedir a precipitação do ácido silícico). Isto significa que a concentração do umectante é inicialmente de 60%, preferivelmente de pelo menos 80%, e, após a adição da solução contendo silício, a concentração final do umectante é de pelo menos 30%,

preferivelmente de pelo menos 40%.

A invenção também compreende a solução aquosa de aditivo acidificado forte absorvente de água e ácido bórico sozinho, que pode ser combinada com uma solução de ácido silícico, antes do uso. Após a
5 combinação, a solução obtida pode ser diluída e aplicada. Por exemplo, a solução de boro umectante é, depois do uso, combinada com a solução de ácido silícico e então, por exemplo, diluída e pulverizada sobre as plantas. Várias combinações de soluções são possíveis, para se obter a solução da invenção.

10 A solução obtida tem uma alta concentração de silício e pode ser armazenada, sem, ou substancialmente sem, a formação de colóide, por mais do que um ano (solução de estoque). Por causa do baixo pH, as soluções terão de ser diluídas antes do uso, de tal modo que um pH aceitável seja obtido. Este pH dependerá da aplicação. A solução concentrada de acordo
15 com a presente invenção pode, após a diluição da solução, ser aplicada às plantas ou árvores. A solução é diluída com água aproximadamente de 200 a 20.000 vezes, preferivelmente de 300 a 10.000 vezes, e o mais preferível de 500 a 3000 vezes, antes da adição às plantas ou árvores. A solução diluída de acordo com a presente invenção pode ser usada para fortalecer as plantas ou
20 árvores, para aumentar sua resistência contra a infecção microbiana, insetos, pragas, fungos ou condições físicas extremas como o congelamento.

Fica claro que a solução (concentrada) acrescentadas às plantas ou árvores pode também conter outros aditivos. Estes aditivos podem, por exemplo, ser adicionados após a diluição da solução concentrada. Os
25 aditivos também podem ser adicionados à solução de estoque concentrada. A pessoa habilitada na técnica escolherá os detalhes apropriados. Os aditivos são, por exemplo, minerais, nutrientes, agentes antimicrobianos, inseticidas, pesticidas, fungicidas, herbicidas etc., ou combinações destes. Preferivelmente estes aditivos não reduzem substancialmente a solubilidade

do ácido silícico na solução ou promovem a formação de colóides. Entretanto, quando a solução de acordo com a invenção é usada (após a diluição) para pulverizar, por exemplo, frutas, usualmente menos fungicidas etc. são necessários, por causa da qualidade aprimorada da fruta.

5 A solução concentrada da presente invenção pode, após a diluição, ser aplicada mediante pulverização sobre as plantas ou árvores e/ou suas folhas, ou aplicando-se a solução ao meio em que as plantas ou árvores têm suas raízes. Como descrito acima, isto intensificará a saúde das plantas ou árvores. É também um meio de concentrar boro ou silício em, por exemplo,
10 verduras e frutas. As verduras e frutas podem, então, ser usadas para consumo humano.

Bons resultados, por exemplo, sobre frutas como bananas, maçãs, uvas, pêras etc., sobre arroz, cebolas, batatas, tomates etc., mas também sobre as flores etc., podem ser obtidos com uma solução que tenha
15 uma concentração de Si de cerca de 0,1 a 1, preferivelmente de cerca de 0,2 a 0,6% em peso, uma concentração de B de cerca de 0,01 a 0,5, preferível de cerca de 0,05 a 0,2% em peso, e como umectante o PEG 400 em uma quantidade de cerca de 30 a 60, preferivelmente de cerca de 35 a 50% em peso. O pH desta solução é de cerca de 0,3 a 0,7, preferivelmente de cerca de
20 0,4 a 0,6.

A solução (concentrada) da presente invenção também pode ser usada após saturação em superabsorvente como poliacrilatos (compostos de poliacrilato de sódio ou de ácido homopoliamino como poliaspartato, ou materiais naturais como argilas ou zeólitos, etc.). As misturas destes
25 compostos juntamente com os substratos do solo podem ser usadas como agentes de liberação lenta, por exemplo liberação lenta de Si e B às plantas.

A solução (concentrada) da presente invenção também pode ser usada, após a diluição, para fortalecer peixe (incluindo moluscos) e para aumentar sua resistência contra infecção microbiana. A solução usualmente

será diluída em aproximadamente 1000 a 30.000 vezes, antes da adição ao peixe. Pode, por exemplo, após a diluição, ser adicionada ao aquário do peixe, de tal modo que a concentração apropriada dos ácidos seja obtida. Esta solução pode também ser usada para concentrar boro e silício nas algas.

5 Esta solução também pode ser usada em combinação com minerais, nutrientes, agentes antimicrobianos, ou suas combinações. Estes aditivos podem, por exemplo, ser adicionados após diluição da solução concentrada. Os aditivos podem também ser adicionados à solução de estoque concentrada. A pessoa habilitada na técnica escolherá o caminho apropriado.

10 A solução (concentrada) da presente invenção pode também ser usada, após diluição, em seres humanos e animais para fortalecer, por exemplo, o tecido conectivo, os ossos, a pele, as unhas, as artérias, a cartilagem e as articulações. Os seres humanos e os animais se beneficiam tanto do silício biodisponível quanto do boro, e especialmente do efeito

15 sinérgico da biodisponibilidade aumentada do silício pela presença de boro. A solução, após a diluição, pode ser usada para o tratamento de doenças relacionadas com os ossos, a pele, artérias, tecido conectivo, cartilagem, articulações, osteoporose, doenças reumáticas, arteriosclerose, cabelos, unhas e doenças da pele, doenças cardiovasculares, doenças alérgicas, artrite,

20 doenças degenerativas, etc. A solução deve ser usada em uma forma terapêutica, isto significa incluindo aditivos fisiologicamente aceitáveis possíveis. Isto pode, por exemplo, ser feito pela adição de gotas de uma solução não diluída ou diluída a bebidas, usando-se a solução não diluída ou diluída na preparação de alimentos como aditivo alimentar ou como

25 suplemento, e outros métodos conhecidos da pessoa versada na técnica. A solução pode também ser usada em cosméticos, cremes terapêuticos e ungüentos, xampus, géis etc., e na sua preparação.

A diluição final deve ser tal, que um pH aceitável seja alcançado. Isto dependerá da aplicação. Usualmente, a diluição com água (ou

líquidos à base de água) variará de aproximadamente 10 a 500 vezes, antes da ingestão. Se necessário, a diluição pode ser de menos ou mais. Quando da diluição da solução ou do aumento do pH da solução, por exemplo no decurso de uma aplicação, é preferível que o pH não seja mais elevado do que cerca de 4 a 6. Quando o pH for maior do que cerca de 6, os efeitos benéficos são reduzidos. Conseqüentemente, a solução será usada principalmente em pH's ácidos (menos do que cerca de 6). Diluições menores (como cerca de < 20 vezes) podem fornecer soluções diluídas menos estáveis, enquanto soluções diluídas mais fortes (como de aproximadamente mais do que 500 ou 1000 vezes) podem prover soluções mais estáveis para aplicação.

Igualmente a ingestão e/ou a freqüência de uso de, por exemplo, cosméticos que compreendam a solução (diluída) da presente invenção, dependerão da aplicação. A ingestão humana total por dia pode ser de aproximadamente 0,5 a 10 mg de Si para um peso corporal de 50 kg (animais e seres humanos); nos cosméticos, a concentração pode ser de aproximadamente 0,5 mg/ml a 0,0001 mg/ml de Si.

Dependendo da aplicação, a solução (concentrada) da presente invenção pode conter aditivos como agentes aromatizantes, adoçantes, agentes colorantes, preservativos, agentes de estabilização, etc. Estes aditivos pode, por exemplo, ser adicionados após a diluição da solução concentrada e antes do uso. Mas os aditivos também podem ser adicionados à solução de estoque concentrada. A pessoa versada na técnica escolherá a maneira apropriada. Preferivelmente, estes aditivos não reduzirão substancialmente a solubilidade do ácido silícico não coloidal na solução e não promoverão a formação de colóides ou geleificação. A pessoa versada na técnica também escolherá a diluição apropriada antes do uso.

EXEMPLOS

Experiência 1: Influência da toxicidade do boro sobre o silício

Em nossas experiências, as folhas de plantas de alface (alface

repolhuda) foram pulverizadas com soluções ortossilícicas solúveis e de silício não coloidal recém-produzidas a 0,01% (P/V) de Si em propileno glicol a 5% (V/V) a cada dia por duas semanas. Silicato de potássio foi usado como fonte para o Si. As soluções foram usadas frescas; nenhuma filtração foi aplicada. O crescimento da planta foi completamente interrompido e as plantas tornaram-se muito rígidas. A adição de boro a 0,001% como ácido bórico à solução de ácido silícico reduziu a toxicidade novamente (crescimento) mas as plantas ficaram ainda muito rígidas. As experiências de controle com apenas Boro a 0,001% em propileno glicol a 5% não apresentaram nenhum efeito (placebo). Isto mostra que o ácido bórico é envolvido no metabolismo do ácido silícico e que a relação de Si/B é importante.

Experiência 2: Atividade antimicrobiana do ácido bórico com ou sem silício

Soluções de ácido bórico em água foram preparadas contendo diferentes concentrações de ácido bórico: 1%, 0,1%, 0,03%, 0,01%, 0,005%, 0,0003% e 0,0001% (P/V). Silicato de sódio (10% de Si) foi diluído dez vezes em água e depois 1000 vezes diluído nas soluções ou em água com pH de 4,5 após a diluição, resultando em uma concentração final de silício de 0,0010% em peso (ou 10 µg/ml de Si).

Todas as soluções foram filtradas em um filtro de membrana de 0,1 µ. Soluções claras foram obtidas. As soluções foram usadas instantaneamente. Uma plantação de batatas foi usada para se testar os compostos contra a infecção de *Phytophthora infestan*: 20 m² de cultura foram usados para testar e cada m² continha 6 plantas de batatas (cepa Bintje) de dois meses de idade. Duas vezes por semana as folhas das plantas foram pulverizadas com as diferentes soluções (cerca de 10 litros/are). Quatro metros quadrados foram usados como placebo.

Resultados:

Após ± 2 meses, a infecção de *Phytophthora* ubíqua iniciou-se

sobre as folhas das plantas de batata. Todas as plantas de controle apresentaram manchas verdes e negras sobre as folhas e tornaram-se lentamente necróticas. Surpreendentemente, todas as plantas tratadas com boro também foram infectadas, exceto as plantas tratadas com silício (10
5 $\mu\text{g/ml}$) e baixas concentrações de ácido bórico, quando a concentração de boro não era mais elevada do que a concentração de silício.

Soluções de boro altamente concentradas ainda apresentaram reações tóxicas (efeitos necróticos sobre as folhas, tais como manchas negras, furos etc.) após tratamento de 1 semana das plantas (ácido bórico a 1% e 0,1%
10 e 0,03%), mas nenhum efeito antifúngico. O silício sozinho apenas retardou um tanto a infecção fúngica. Todas as plantas tratadas com silício ficaram mais fortes (mesmo sem boro). As folhas das plantas de 0,03% de ácido bórico ficaram mais fortes e a infecção fúngica decresceu. Os melhores resultados apresentaram cerca de 70% de redução das plantas intoxicadas.

15 Experiência 3:

As soluções foram preparadas como descrito na Experiência 2:

ácido bórico a 0,0003%, silício 10 $\mu\text{g/ml}$ (1)

ácido bórico a 0,0001%, silício 10 $\mu\text{g/ml}$ (2)

silício 10 $\mu\text{g/ml}$ (3)

20 As soluções foram armazenadas em temperatura ambiente durante 2 meses, seguido por filtração através de um filtro de membrana de 0,1 μ (tipo Millipore de 0,1 μm). Os filtrados foram aplicados 2 vezes por semana em outras experiências como pulverização para aplicação sobre as folhas de plantas de batatas (3 meses de idade).

25 Resultados

Praticamente todas as plantas apresentaram efeitos necróticos normais de infecção de *Phytophthora*. Também o fortalecimento das folhas foi observado como na Experiência 2. Apenas a solução 2 apresentou alguma quantidade reduzida de manchas na fase inicial da infecção e algum retardo da

infecção.

Estes resultados mostram que os compostos ativos na solução haviam sido inativados pela formação de colóides 2 meses após a preparação (uma vez que as soluções não foram estabilizadas com o umectante). O boro e o silício em baixas concentrações apresentam um efeito sinérgico sobre a resistência das plantas à infecção fúngica. O boro atua como um co-fator para a atividade do silício contra a infecção fúngica. Os ácidos combinados em um meio levemente ácido são eficazmente absorvidos através das folhas das plantas.

10 Experiência 4: as partículas finas são filtráveis em um filtro molecular (≠ ácido ortossilícico)

As soluções da experiência 2 contendo ácido bórico a 0,0003% + 10 µg/ml de silício e 10 µg/ml de silício apenas em água, foram filtradas (após a filtração em membrana, 0,1 micron) em um filtro molecular com corte de 5000 Dalton (filtro de 5000 Dalton da Amicon). Após a preparação das soluções a experiência 2 foi repetida. Ambas as soluções apresentaram atividade fortemente reduzida em comparação com as soluções semelhantes da experiência 1 sem filtração molecular, indicando que o ácido ortossilícico não é responsável pela atividade sinérgica de ambos os compostos (o ácido silícico não é retido pelo filtro).

A filtração molecular omite o material pequeno que é responsável pela atividade biológica. O ácido ortossilícico está ainda presente na solução, mas a atividade é reduzida. Isto significa que a sílica não coloidal em uma solução da invenção, que passa em um filtro de 0,1 micron, mas não em um filtro molecular com corte de 5000 Dalton, é a forma de sílica não coloidal que deve estar presente (junto com o boro).

25 Experiência 5: Preparação de soluções de estoque; teste da estabilidade no tempo.

Silicatos de sódio e potássio líquidos concentrados foram

usados como materiais de partida (13% P/V de Si como silicato; ver também a experiência 7). As soluções concentradas foram primeiro cinco a dez vezes diluídos em diferentes umectantes concentrados acidificados até pH 0,5. Estas soluções de estoque continham até 1% de silício e até 0,1% de boro. Apenas a
5 adição de umectantes altamente concentrados, tais como aditivos alimentares não tóxicos como os polissorbatos, os polietileno glicóis, o propileno glicol, a uréia, a polidextrose, o sorbitol etc., resultou em soluções estáveis de ambos os ácidos fracos.

Todos estes umectantes são altamente misturáveis com água e
10 também misturáveis com diferentes espécies de silicatos ou silanóis. Apenas os umectantes fortes (por exemplo aqueles que absorvem água em cerca de 0,5 vez ou água mais forte do que glicerol) foram capazes de inibir a formação de colóides e de géis de ácido silícico após longo tempo: mais do que 6 meses em temperatura ambiente, ainda filtráveis através de um filtro de
15 0,1 micron (= não colóide). A estabilidade no tempo para mais do que 100 umectantes fortes e suas combinações foi observada durante 3 semanas a 50°C (10 umectantes fortes foram selecionados, diferentes concentrações e combinações foram usadas). Concluiu-se que a concentração de umectante deve ser de pelo menos 30%, preferivelmente de 40%, na solução de estoque
20 acidificada final para inibir a formação de colóides. Apenas com soluções umectantes selecionadas foram obtidos filtráveis em um filtro de membrana de 0,1 µ sem perda de índice de fluxo do filtro após três semanas.

Exemplos de tais aditivos absorventes fortes são o PEG 200, PEG 400, PEG 600, PEG 800, propileno glicol, uréia, dextrose, polissorbato,
25 sorbitol, galactose, celulose, dextrano, goma vegetal, e combinações destes. Concentrações menores do que 30% P/V resultaram na formação de colóides e de géis após 3 meses ou ainda mais cedo em alguns casos.

Teste biológico de umectantes tipo:

Experiência 6: Preparação de soluções de estoque de ambos os ácidos:

procura de uma boa estabilização das partículas ativas (não coloidais) e da atividade biológica.

De modo a usar economicamente o efeito sinérgico, duas plantas foram selecionadas como modelo antifúngico: Lollo Bionda (uma alface) e White Lisbon (uma cebola). Em ambas as culturas, compostos antifúngicos fortes foram usados para inibir a infecção fúngica (*Botrytis*), resultando em ferrugem das folhas. As plantas foram cultivadas do lado de fora durante março a agosto, completamente sem *Botrytis* após o tratamento com medicamentos antifúngicos. Nenhum tratamento resultou em infecção intensa. Nós substituímos agora o tratamento antifúngico (pulverização uma vez por semana) por várias soluções de estoque diluídas.

PEG 400 e propileno glicol (Merck) em concentração final de 40% (V/V) foram usados como umectante tipo e diferentes concentrações de ácido silícico – ácido bórico, 6 mg/ml de Si; Si/B variado de 1/1 a 1/300, foram preparados para uso nos dois tipos de plantas. A solução de estoque foi 1000 vezes diluída antes do uso. Os melhores resultados para a atividade antifúngica preventiva e crescimento da planta aumentado foi com silício/boro > 1,5. A relação pôde mesmo ser estendida até 300 sem perda da grande atividade biológica. É totalmente novo o fato de que concentrações muito baixas de ácido bórico aumentam a atividade do ácido silícico e atuam como co-fator.

Experiência 7: Preparação de solução de estoque (a ser diluída antes do uso)

5 litros de PEG 600 (Merck) é levado a uma temperatura de 20°C e 300 ml de HCl concentrado (primeiro diluído com 300 ml de água destilada) são adicionados. Esta solução é levada a 25°C e mantida nesta temperatura por cerca de 5 horas. Depois, 2 gramas de ácido bórico (cristalino) foram adicionados e dissolvidos. Depois, 500 ml de solução de silicato de potássio concentrado, diluídos em 4,5 litros de água destilada, foram lentamente adicionados, enquanto em agitação. A solução resultante

continha 0,6% de Si e 0,2% de ácido bórico (Si/B: 18) e o pH final foi de \pm 0,4.

Controle de qualidade: soluções não coloidais de ácidos silícico e bórico

5 A solução deve ser estável mesmo 1 ano após a preparação, incubada em temperatura ambiente. De modo a satisfazer a esta condição, a solução deve ser completamente clara (transparente), não apresentar nenhuma opalescência ou ter cor, não apresentar nenhum efeito em um turbidímetro (reflexão da luz) e deve ser filtrável sem redução de fluxo em um filtro de 0,1 micrometro após três meses a 50°C.

10 Diluições de cinco vezes da solução de estoque em um tampão de fosfato, pH 6,5, resultaram em completa formação de gel após 10 minutos, mostrando que um pH muito alto imediatamente resulta em formação de gel. A solução é apenas parcialmente retida em um filtro molecular com corte de 5000 após diluição a 1/10, em preparações com PEG 15 400 ou propileno glicol.

Experiência 8: Teste com pacientes

10 voluntários (2 homens e 8 mulheres) em boas condições gerais de saúde, cabelos, pele ou unhas sem doenças, cabelos e crescimento das unhas normais foram escolhidos. Alguns pacientes mais idosos (30%) 20 tinham sintomas reumáticos. Eles receberam (em um pequeno frasco plástico de 50 ml) produzido com PEG 400 (ver acima).

a solução de estoque com boro (0,03% P/V de B) e silício (0,5% P/V de Si)

b solução de estoque sem boro

25 c solução de estoque sem boro e silício

d solução de estoque sem silício

Todos os pacientes receberam cegos as quatro soluções de estoque consecutivamente para uso oral em ordem diferente. Cada paciente tomou a cada dia e durante 3 dias uma gota (60 μ l) a fim de avaliar o efeito

biológico rápido das diferentes soluções. Entre o uso de duas diferentes soluções consecutivas, um período de lavagem foi observado durante uma semana. A avaliação da atividade biológica foi feita no quinto dia após iniciar-se um tratamento específico.

5 Conclusão após 3 meses de consumo das diferentes soluções. Um efeito notável sobre o crescimento de unhas e cabelos foi observado:

70% de todos os pacientes nenhum efeito observaram após tomarem a solução d (apenas boro),

10 80% de todos os pacientes nenhum efeito observaram após tomarem a solução b (apenas silício)

80% de todos os pacientes nenhum efeito observaram após tomarem a solução c (o placebo)

90% de todos os pacientes observaram efeitos drásticos após tomarem a solução a.

15 Surpreendentemente, em nossa experiência a maior parte dos pacientes (90%) recebendo a formulação sinérgica alegaram fortes efeitos já após 5 dias. Os efeitos que foram mencionados são: unhas muito mais fortes (90%), alívio da dor de pescoço (10%), e alívio da dor de joelhos (10%). O alívio da dor em dois pacientes com sintomas reumáticos continuou ainda por
20 5 e 3 dias mais tarde, 40% de todos os pacientes alegaram também o crescimento de cabelos e das unhas mais intenso após a experiência completa e 50% dos pacientes observaram que a queda de seus cabelos naturais foi reduzida após o tratamento completo.

25 Tendo em vista que a ingestão diária de silício pelo alimento e pela água é de cerca de 40 a 60 mg/dia, e a do boro é de cerca de 3 a 10 mg/dia, de acordo com a literatura a ingestão de tais concentrações baixas (1 gota contendo 0,5% P/V de Si apenas) de ácido silícico ou de ácido bórico separadamente não deve promover efeito biológico rápido. Apenas um tratamento com concentrações mais elevadas durante várias semanas devem

promover alguns efeitos.

Estes resultados mostram que um curto tratamento oral com a formulação sinérgica apenas, promoveu efeitos biológicos diretos nos pacientes (alívio da dor, unhas fortes) e também que a formulação de ácido silícico não coloidal – ácido bórico é altamente biodisponível em seres humanos.

Experiência 9: Melhora de unhas frágeis

Dois pacientes com unhas frágeis receberam a cada dia 2 gotas (0,12 ml diluído em um copo de água mineral) de solução (solução a, experiência 8) durante uma semana. Ambos os pacientes alegaram unhas notavelmente mais fortes durante pelo menos 2 semanas após o tratamento.

Experiência 9: Redução da perda de cabelos

Dois pacientes com problemas de queda de cabelos (48 e 57 anos, do sexo masculino) foram escolhidos. Ambos receberam a cada dia 2 gotas de solução (solução a, experiência 8). Durante 1 semana ambos os pacientes alegaram redução da perda dos cabelos de mais do que 50% na primeira semana após o tratamento.

Experiência 10: Aumento do crescimento de cabelos

Três pacientes do sexo feminino com cabelos recém-coloridos foram solicitadas a medir a velocidade de crescimento dos seus cabelos (cabelos recém-formados) durante 2 meses antes da experiência (valor de controle). Após uma segunda coloração profissional dos cabelos, o tratamento oral com diferentes soluções foi iniciado. Cada paciente iniciou o tratamento no mesmo dia do tratamento de cor. A cada dia, os pacientes tomavam 2 gotas da solução a (experiência 8). Após 60 dias, a avaliação do crescimento de novos cabelos foi realizada. Todas as pacientes tinham cabelos mais longos após 2 meses. A relação de crescimento médio para cabelos tratados e não tratados foi de 1,3 para as 3 pacientes. Elas avaliaram o crescimento de seus cabelos durante 6 meses mediante coloração a cada 2 meses e medição do

desenvolvimento (média em cm do desenvolvimento em 5 lugares diferentes). Elas também observaram unhas mais fortes e o crescimento das unhas mais rápido. Uma paciente com um cotovelo de tenista alegou alívio da dor e uma paciente tendinite do ombro (crônica) também alegou substancial alívio da dor.

Experiência 11: Influência da dose baixa sobre a resistência e o sistema imunológico da truta arco-íris em cultura contra a infecção fúngica.

Os fungos provocam geralmente infecções secundárias no peixe, e eles ocorrem a maioria das vezes quando outros traumas, tais como lesões (ferimentos) ou doenças, criam uma oportunidade para a infecção fúngica. Um exemplo típico é a *Saprolegnia*, um fungo ubíquo e habitante normal da água fresca. Este fungo ataca em casos de desnutrição, estresse, condições de choque, parasitismo, baixo oxigênio, formação de feridas com infecção bacteriana (lesões). Os peixes desenvolvem tufo envolventes brancos que se iniciam em ambos os lados da boca e se expandem por todo o corpo. A truta arco-íris é muito suscetível à *Saprolegniasis* ou fungos semelhantes. O impacto é grande em lagos e em locais de pesca e é responsável pela fraca qualidade da carne de peixe. O peixe rapidamente aparece com manchas brancas e cinzas com uma aparência de fibra envolvente sobre a pele.

É geralmente aceito que a infecção mata o peixe e a carne do peixe infectado não é recomendada. O estado imune do peixe parece ser muito importante para o desenvolvimento da doença. O tratamento do peixe infectado é praticamente impossível sem o uso de compostos muito tóxicos.

A truta arco-íris foi cultivada em um aquário de 8 x e x 2 metros. 300 peixes com peso médio de 350 gramas foram cultivados durante a primavera e o verão. A temperatura da água era de $\pm 16^{\circ}\text{C}$, água de fonte de fluxo, teor de silício < 1 mg/litro, teor de boro < 1 mg/litro.

Normalmente no verão o peixe de orna infectado com os

fungos, iniciando com manchas brancas a cinzentas no canto da boca e nas feridas abertas infectadas por causa do movimento típico do peixe. Sem tratamento antifúngico o peixe se torna totalmente infectado em dois meses e morre. Com o aparecimento dos primeiros sintomas, nós fechamos o
5 suprimento de água e adicionamos a solução a (solução da experiência 7, porém agora com PEG 400) em uma diluição de 20.000. A concentração final de Si e de boro é extremamente baixa e um efeito antifúngico direto é excluído. O período de incubação foi de 2 dias. O fluxo de água da fonte foi aberto novamente após o tratamento. O tratamento foi repetido a cada três
10 semanas. Todos os peixes sobreviveram e a infecção gradualmente desapareceu por completo até 3 meses após o tratamento. O peixe foi abatido e as propriedades culinárias foram excelentes.

A experiência foi repetida. 10 peixes de controle foram removidos do aquário e mantidos em um aquário pequeno. Ao contrário do
15 peixe tratado, o peixe não tratado tornou-se infectado e morreu.

Estas experiências mostram que diluições muito elevadas de nossa solução com boro e silício são capazes de proteger o peixe contra a infecção fúngica e que o estado imunológico do peixe é restaurado pelo tratamento. O uso de silicatos ou outros compostos minerais sozinhos não
20 resultou na mesma proteção.

Experiência 12: aplicação da solução à Fruta Gala e Royal Gala (na África do Sul)

A solução, contendo cerca de 0,4% em peso de Si, cerca de 0,1% em peso de B e cerca de 45% em peso de PEG 400, tendo um pH de
25 cerca de 0,5, foi diluída cerca de 800 vezes antes do uso e aplicada à Fruta Gala e Royal gala (maçãs). A fruta foi tratada a cada semana durante um período de 6 semanas, pulverizando-se a cada semana 350 ml da solução por hectare.

Três amostras foram tomadas de ambos os tipos de fruta. Os

resultados são apresentados na seguinte tabela:

Data da amostra	Amostra ID	Tamanho da fruta	Peso	Firmeza	Cor da Fruta	Cor da Semente	Cor Vermelha	% de TSS	% de ácido	Amido
Gala										
	25970	62,2	108,3	12,1	1,0	1,0	4,9	11,7	0,39	0,1
15 janeiro	controle	61,1	107,1	11,1	1,3	1,2	3,3	11,5	0,37	0,0
	In- /redução	1,1	1,2	1,0	-0,3	-0,2	1,6	0,2	0,0	0,1
	26076	65,5	140,3	12,4	1,1	1,0	5,7	11,9	0,42	5,9
21 janeiro	controle	62,6	118,5	9,5	1,6	1,3	3,5	11,6	0,38	33,1
	In- /redução	2,9	21,8	2,9	-0,5	-0,3	2,2	0,4	0,0	-27,2
28 janeiro	26362	68,8	151,7	12,8	1,2	1,1	8,6	12,1	0,37	41,5
	controle	64,1	138,3	9,6	1,9	2,2	4,3	11,9	0,39	38,9
	In- /redução	4,7	13,4	3,2	-0,7	-1,1	4,3	0,2	-0,0	2,6
Royal Gala										
14 janeiro	25832	60,6	107,7	10,9	1,0	1,0	7,5	10,1	0,44	1,0
	controle	58,4	103,6	9,4	1,2	1,2	4,3	12,1	0,38	0,4
	In- /redução	2,2	4,1	1,5	-0,2	-0,2	3,2	-2,0	0,1	0,6
21 janeiro	26074	64,5	138,2	11,2	1,1	1,0	8,6	9,8	0,39	2,5
	controle	59,9	130,4	9,5	1,3	1,3	4,4	12,3	0,37	0,8
	In- /redução	4,6	7,8	1,7	-0,2	0,3	4,2	-2,5	0,0	1,7
28 janeiro	26361	69,8	156,3	11,9	1,1	1,1	8,9	10,1	0,38	41,5
	controle	60,1	131,8	9,6	1,6	1,4	4,5	12,5	0,39	40,8
	In- /redução	9,7	24,5	2,3	-0,5	-0,3	4,4	-2,4	0,0	0,7

Torna-se evidente que, após 6 semanas, o tamanho das frutas, o peso, a firmeza, a cor, o valor de TSS (TSS = sólidos solúveis totais, os quais se referem à quantidade de açúcar) e a quantidade de amido, foram, em todos os casos, mais elevados do que nas frutas não tratadas.

Experiência 13: Melhora da qualidade das frutas (maçãs Jonagold e pêras Conference)

Na Estação de pesquisas RSF de Gorsem, na Bélgica, as maçãs Jonagold e as pêras Conference foram tratadas da mesma maneira da Experiência 12. As frutas tratadas e não tratadas foram comparadas e ficou evidente que as maçãs tratadas tinham mais sumo nas frutas, tinham uma melhor cor de base verde significativa. Além disso, ficou evidente que não houve nenhum efeito sobre a composição mineral das frutas.

Com respeito às pêras, ficou evidente que, do lado da sombra das frutas, um índice de refração significativo mais elevado na fruta foi medido após o tratamento (o que significa que a fruta tinha uma quantidade de açúcar mais elevada). Além disso, o peso médio da fruta e o diâmetro da

fruta tratada tenderam a ser mais elevados. Além disso, também aqui ficou evidente que não houve nenhum efeito sobre a composição mineral das frutas.

Experiência 14: Fortalecimento do Crisântemo 'Verde Vesúvio'

5 De algumas flores, os pedúnculos são pintados. Isto leva a uma vida de prateleira reduzida das flores [uma redução de cerca de 40 dias (não pintadas) a 27 dias (pintadas)]. Em seguida a isso, as flores pintadas têm uma oxidação aumentada das folhas (queimadura das folhas).

10 Uma solução (estoque) contendo cerca de 0,5% em peso de Si, cerca de 0,1% em peso de B e cerca de 45% em peso de PEG 400, tendo um pH de 0,5, foi diluído 500 vezes com água da torneira. O pH foi de cerca de 6 e a temperatura da solução foi de cerca de 17°C. Cerca de 1 litro foi usado para pulverizar 20 m² (50 cm³ de solução diluída por m²), de tal modo que as flores (brotos) ficassem cobertas com uma película visível a olho nu. Após a pulverização, as flores não foram irrigadas (com água ou com herbicidas/pesticidas etc.) por 24 horas. Durante 7 semanas, a cada semana, em intervalos regulares, 7 vezes pulverizou-se por um período de 4 horas. A cada vez, uma solução fresca era produzida mediante diluição da solução concentrada (estoque).

20 As flores que haviam sido tratadas com a solução da invenção (após diluição e pulverização da solução diluída) apresentaram uma intensa melhora da absorção de água e corantes (em comparação com as flores que haviam sido tratadas apenas com água da torneira). Isto pode ser evidenciado por uma estrutura mais regular do sistema vascular, resultando em menos obstruções para a absorção. Além disso, o tratamento resultou em uma vida de prateleira mais prolongada.

REIVINDICAÇÕES

1. Solução aquosa de ácido bórico e ácido silícico não coloidal, caracterizada pelo fato de que compreende ácido bórico, ácido silícico não coloidal e um aditivo absorvente de água, em que o silício como ácido silícico está presente entre 0,01 e 2% em peso e o boro como ácido bórico está presente entre 0,0001 e 4% em peso, em que a solução possui um valor de pH inferior a 2 e em que a solução opcionalmente compreende ácido fúlvico.

2. Solução de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que compreende oligômeros de ácido silícico estabilizado, que sejam menores do que 4 nm.

3. Solução de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizada pelo fato de que é filtrável através de um filtro de 0,1 microm. (µm).

4. Solução de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizada pelo fato de que é filtrável através de um filtro de 20.000 Mw (Da).

5. Solução de acordo com uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada pelo fato de que a relação de silício-boro situa-se entre 0,1 e 1000.

6. Solução de acordo com uma das reivindicações 1 a 5, caracterizada pelo fato de que o aditivo absorvente de água é um polissorbato, uma goma vegetal, uma celulose substituída, um poliglicerol éster de ácidos graxos, um polietileno glicol, uma polidextrose, propileno glicol, alginato de propileno glicol, um polióxido etileno glicol éster, uma pectina ou pectina amidada, um sacarose éster de ácidos graxos, um amido acetilado ou hidroxipropílico, fosfatos de amido, uréia, sorbitol, maltitol, uma vitamina, ou misturas destes.

7. Solução de acordo com uma das reivindicações 1 a 6, caracterizada pelo fato de que o aditivo absorvente de água está presente em

uma concentração de pelo menos 30%.

8. Solução de acordo com uma das reivindicações 1 a 7, caracterizada pelo fato de que adicionalmente compreende ácido fúlvico.

5 9. Solução de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo fato de que o ácido fúlvico está presente em uma concentração final entre 0,1 e 10% (V/V).

10 10. Método para preparar a solução como definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que um ou mais compostos de silício e boro são hidrolisados em uma solução ácida contendo um ou mais aditivos absorventes de água dissolvidos.

15 11. Método para o tratamento de plantas ou árvores, caracterizado pelo fato de que em dito tratamento uma solução como definida nas reivindicações 1 a 9 é diluída e adicionada a ditas plantas ou árvores a fim de fortalecer plantas ou árvores ou para aumentar sua resistência contra um ou mais grupos de infecção microbiana, insetos, parasitas, fungos ou condições físicas extremas.

20 12. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a solução como definida nas reivindicações 1 a 9 é diluída de 200 a 20.000 vezes.

20 13. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que a solução é usada em combinação com minerais, nutrientes, agentes antimicrobianos, inseticidas, pesticidas, fungicidas, herbicidas ou combinações dos mesmos.

25 14. Método de acordo com a reivindicação 12 ou 13, caracterizado pelo fato de que boro e silício são concentrados em vegetais e frutas.

15. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 a 14, caracterizado pelo fato de que a solução é adicionada por pulverização nas plantas ou árvores e/ou em suas folhas ou por adição da

solução ao meio no qual as plantas ou árvores tem suas raízes.

16. Método para o tratamento de alimento, caracterizado pelo fato de ser pela adição de uma solução como definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 9 a alimento ou suplemento alimentar a fim de fortalecer um ou mais grupos de tecido conectivo, ossos, pele, unhas, artérias, cartilagem e articulações.

17. Método para o tratamento de cosméticos, cremes terapêuticos, unguentos, xampus ou géis, caracterizado pelo fato de adicionar a solução como definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 9.