

Potássio, o Elemento da Qualidade na Produção Agrícola



Compilado por P. Imas, traduzido por T. Wiendl

© Todos os direitos reservados ao: Instituto Internacional do Potássio (IPI), 2013.

ISBN 978-3-905887-07-5

DOI 10.3235/978-3-905887-07-5

POTÁSSIO

O ELEMENTO DA QUALIDADE NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

- 4 INTRODUÇÃO
- 6 QUALIDADE DA CULTURA
- 8 VALOR NUTRICIONAL DAS CULTURAS
- 13 APARÊNCIA DOS ALIMENTOS
- 15 QUALIDADE DE PROCESSAMENTO
- 23 SUPRESSÃO DE PRAGAS E DOENÇAS
- 30 SAÚDE HUMANA
- 32 ALIMENTOS FUNCIONAIS
- 35 CONTEÚDO DE NITRATOS NOS ALIMENTOS
- 36 LEITURA COMPLEMENTAR



INTRODUÇÃO

O potássio, assim como o nitrogênio e o fósforo é um macronutriente essencial as plantas, absorvido do solo em grandes quantidades. O potássio aumenta a produtividade e a qualidade dos produtos agrícolas, aumenta a capacidade das plantas a resistir ao ataque de insetos, ao estresse de frio e de seca e outras condições adversas. Ele ajuda no desenvolvimento de um sistema radicular forte e saudável e aumenta a eficiência na absorção e uso do nitrogênio e outros nutrientes. Além disso, o potássio tem papel importante na nutrição animal.

O potássio tem sido descrito como o “elemento da qualidade”, assegurando ótima qualidade ao produto agrícola. O potássio tem duas principais funções na planta. Primeiro, ele tem papel insubstituível na ativação de enzimas que são fundamentais para processos metabólicos, especialmente a produção de proteínas e açúcares. Apenas uma pequena quantidade de K é necessária para estas funções bioquímicas. Segundo, o potássio mantém o conteúdo de água e com isso o turgor celular – papel biofísico. As células turgidas mantêm o vigor das folhas de maneira que a fotossíntese proceda eficientemente. A relação entre a água e o conteúdo de nutrientes celulares controla o movimento de ambos na planta assim como o transporte de açúcares produzidos pela fotossíntese para órgãos de armazenamento, como nos grãos, tubérculos, raízes de beterraba e frutas. São necessárias quantidades muito maiores de K para estas funções fisiológicas do que para as funções bioquímicas nas plantas.

A demanda por produtos de alta qualidade pelos consumidores é cada vez maior e eles estão dispostos a pagar mais por isso. A adubação com K é fundamental para alcançar o padrão de qualidade exigido. Um grande número de pesquisas tem estabelecido efeito benéfico no fornecimento balanceado dos nutrientes incluindo níveis adequados de K na qualidade dos produtos colhidos. Isto é válido principalmente para as propriedades nutricionais como o conteúdo de proteínas, óleos, vitaminas e para aspectos funcionais, como o sabor. Culturas supridas adequadamente com K têm melhor aparência, sabor e aroma, e também produzem alimentos livres de sinais de pragas e doenças. A adubação potássica aumenta a produtividade e melhora a eficiência do uso do nitrogênio o qual resulta em menos nitrato residual nos solos e, portanto, menos poluição ambiental.

Muitos ensaios de adubação pertencentes a projetos do IPI têm provado que a adubação com K ajuda o agricultor a produzir alimentos que satisfazem os critérios de qualidade. Obviamente o potássio não é o único nutriente que afeta a qualidade mas seu fornecimento balanceado com outros nutrientes aumenta a resistência, diminui os custos de produção, melhora a aparência dos produtos e reduz o risco de rejeição quando o produto vai à venda. A adubação balanceada também protege os recursos naturais e contribui para a proteção ambiental. A qualidade começa no campo.

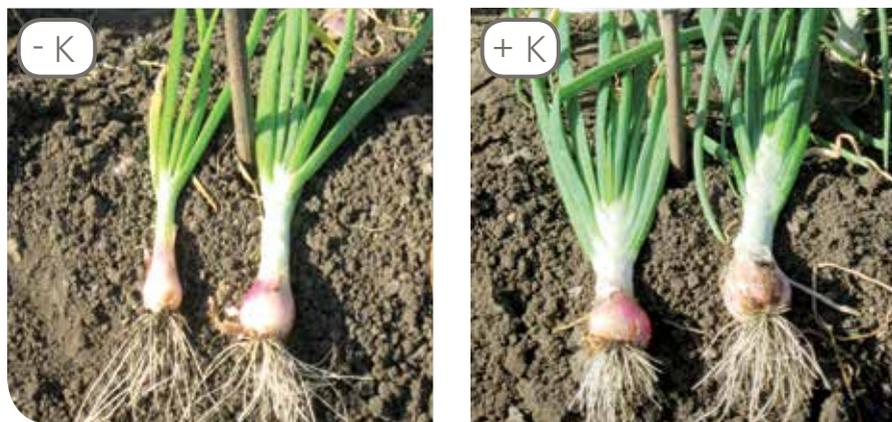


Foto 1. Efeito do potássio no tamanho de cebolas. Projeto IPI-MPKV, Rahuri, Ahmednagar, Maharashtra, Índia. 2008-2009. Fonte: Coordenação IPI Índia.



QUALIDADE DA CULTURA

A qualidade nos produtos agrícolas compreende muitas características como a nutricional, a organoléptica (sabor, cor, odor e tato), as propriedades higiênicas e as funcionais. Frequentemente a quantidade de K necessária para uma ótima produtividade é também a suficiente para assegurar a boa qualidade. No entanto, a necessidade de melhorar a qualidade da fruta é por vezes mais importante do que outros aspectos de rendimento da produção, especialmente quando a alta qualidade garante o melhor retorno econômico. Nestes casos, é necessário mais K para assegurar a qualidade do que é necessário para atingir a máxima produtividade, exemplo disso é o que tem sido mostrado para bananas, algodão, batata, fumo, gramados, plantas ornamentais e também outras culturas alimentícias.

O potássio tem provado amplamente seu papel crucial nos parâmetros de qualidade de muitas culturas:

- Em sementes de oleaginosas, o K melhora o valor nutritivo através do aumento do conteúdo de proteínas e óleo em cereais e oleaginosas, respectivamente.
- Em tubérculos e oleaginosas, o K aumenta o conteúdo de amido e o tamanho dos tubérculos.
- Em cereais, o K produz grãos mais cheios e uma palha mais firme.

- Nas frutas e vegetais, o K aumenta o tamanho, conteúdo de vitamina C e açúcares e melhora o sabor e a cor.
- Nas culturas de plantas fibrosas, o K melhora a qualidade do algodão e do linho.
- Além disso, o K ajuda a manter a qualidade durante o armazenamento e o transporte e, com isso, aumenta a vida pós-colheita.

O termo “qualidade” refere-se a vários aspectos que afetam a comercialização do produto, incluindo:

- Atratividade: tamanho grande e uniforme, boa forma e cor atrativa, livre de manchas, marcas, injúrias mecânicas e sinais de doença
- Atributos organolépticos: melhora no sabor e no aroma
- Valor nutricional: maior conteúdo de proteínas e vitamina C
- Maior vida pós-colheita
- Qualidade adequada de processamento para indústria

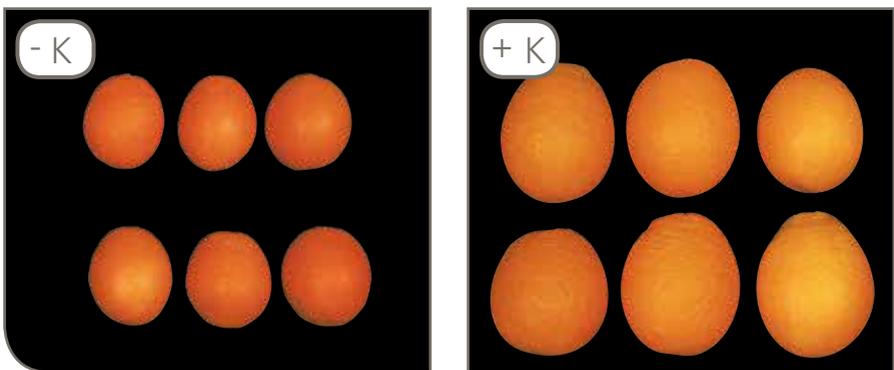


Foto 2. Efeito do K no tamanho das frutas de citrus. Volcani Center, Israel, 1995.
Cortesia: A.R.O., Israel.



VALOR NUTRICIONAL DAS CULTURAS

O valor nutricional refere-se ao conteúdo de certos constituintes como as proteínas, óleo e gorduras, amido, componentes minerais e vitaminas. O conteúdo de fibras, assim como o valor energético, são parâmetros amplamente utilizados para avaliação do valor nutricional dos produtos alimentícios da dieta humana. O conteúdo de elementos nutritivos, como proteínas ou óleos, é usado em muitos países como base para sistemas de aquisição e são, portanto, um fator econômico.

O potássio tem a função de ciclar nutrientes para o crescimento, como por exemplo, N das raízes para a parte aérea e carbono da fonte (ápice) para os drenos (raízes, frutas e outros órgãos de armazenagem). O potássio viaja como um íon carregador juntamente com o nitrato (NO_3) no xilema, para o ápice. Experimentos com o isótopo N (^{15}N) mostram que plantas bem supridas com K foram aptas a absorver mais nitrogênio e, além disso, converter o N mais rapidamente à proteína. O nitrato na planta é reduzido primeiramente para amina e depois incorporado como amino ácido para finalmente formar proteínas. Um baixo suprimento de K restringe o transporte adequado de NO_3 e inibe a formação das proteínas, levando ao acúmulo na planta de nitrato-N e amino-N solúvel (Fig. 1).

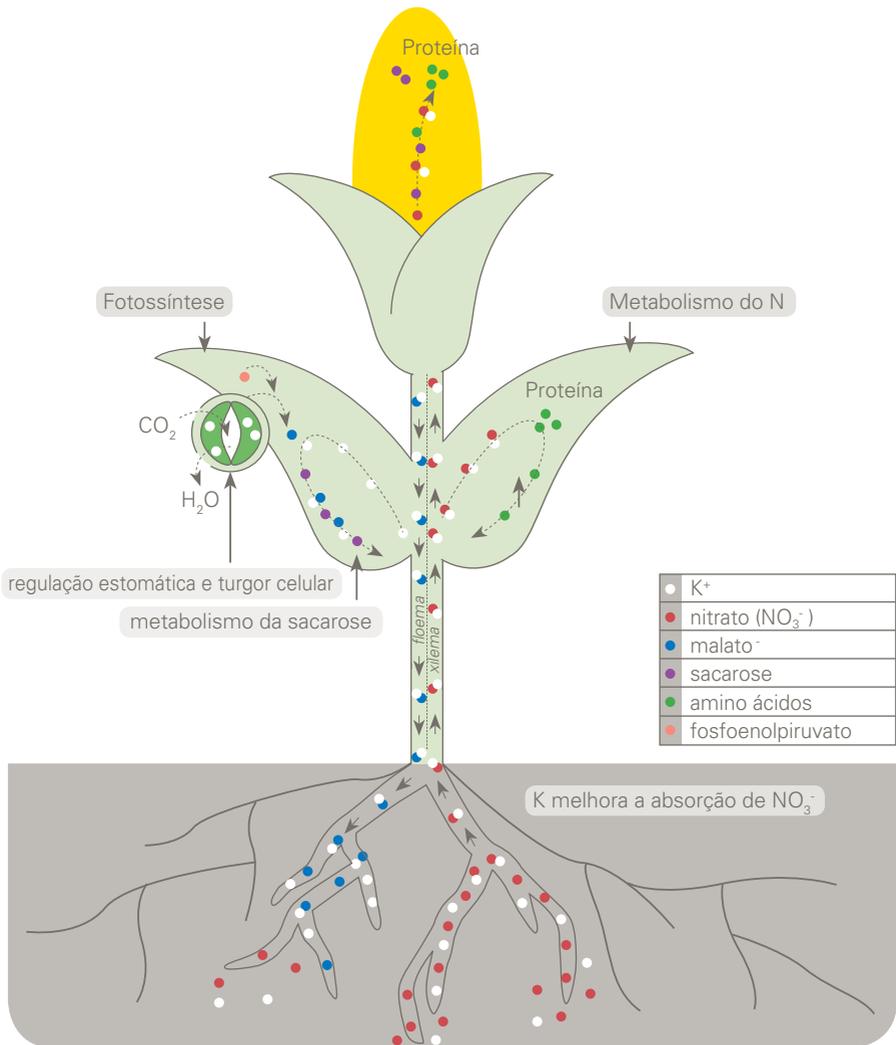


Fig. 1. Esquema simplificado da circulação de potássio entre a raiz e o ápice em relação ao transporte de nitrato e malato e o metabolismo de N e sacarose. De acordo com Marschner et al., 1996 (baseado em Ben-Zioni et al., 1971 e Kirkby e Knight, 1977); Römheld e Kirkby, 2010; IPI, 2013; Kirkby, 2013.

Potássio, o Elemento da Qualidade na Produção Agrícola

Resultados dos experimentos

Na Índia, os experimentos do IPI mostraram que a aplicação do K aumentou o conteúdo de óleo e o rendimento de óleo no girassol (Fig. 2). Um rendimento de óleo de 696 kg/ha foi obtido com aplicação de 90 kg K_2O /ha comparando com 392 kg/ha com adubação desbalanceada (NP somente).

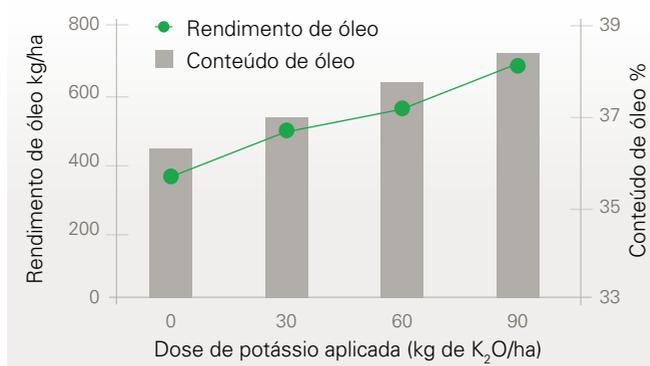


Fig. 2. Efeito da aplicação de K no conteúdo de óleo e rendimento de óleo (rendimento de óleo = conteúdo de óleo x produtividade da cultura) de girassol. Projeto IPI-PAU. Punjab, Índia. 2004. Fonte: Coordenação IPI Índia.

No mamão papaia, além do grande aumento na produtividade, a adubação com K melhorou a maioria dos parâmetros qualitativos das frutas: (i) espessura da polpa comestível das frutas de papaia; (ii) melhoria na doçura do papaia, parâmetro primordial de qualidade da fruta, principalmente afetado pelos sólidos solúveis totais (TSS), (iii) diminuição na acidez (Tabela 1).

Tratamento (kg/ha/ano)	Peso da fruta (kg)	Espessura da polpa (cm)	TSS (°Brix)	Acidez (%)
$N_{300}P_{300}$	1,14	1,67	10,93	0,51
+ K_{150}	1,21	2,40	12,03	0,34
+ K_{300}	1,77	2,60	11,43	0,47

Tabela 1. Efeito da aplicação de K no rendimento das frutas e na qualidade do mamão papaia (11 meses após plantio). Projeto IPI-TNAU. Theni District, Tamil Nadu, Índia. 2004-05. Fonte: Coordenação IPI Índia.

Vitamina C (refere-se comumente ao ácido ascórbico) é talvez a vitamina mais popular. A aplicação via solo e via foliar de K tem mostrado aumento no nível de vitamina C em muitas culturas, como cucurbitáceas, couve flor, cebola, banana, goiaba e papaia. Em um experimento na Universidade Agrícola de Zhejiang na China, a aplicação de K aumentou o conteúdo de vitamina C no pimentão (Fig. 3).

Em citros, o K aumentou os conteúdos do ácidos cítrico e ascórbico do suco, assim como melhorou outras características do suco como a relação açúcar/acidez e o conteúdo de sólidos solúveis.

Com a nutrição adequada de K, o tomate geralmente contém mais sólidos totais, açúcares, ácidos, caroteno e licopeno.

A aplicação de potássio aumentou o conteúdo de proteína no milho, como demonstrado nos experimentos do IPI na Índia (Fig. 4, página 12). Também é sabido que o K aumenta o N proteico e diminui o N não proteico, produzindo matéria seca mais digestível e proteína na silagem de milho melhorando assim, o valor alimentar da forragem para o gado.

O conteúdo de amido na mandioca aumenta com a adubação de K, assim como demonstrado nos experimentos do IPI na Indonésia (Tabela 2, página 12).

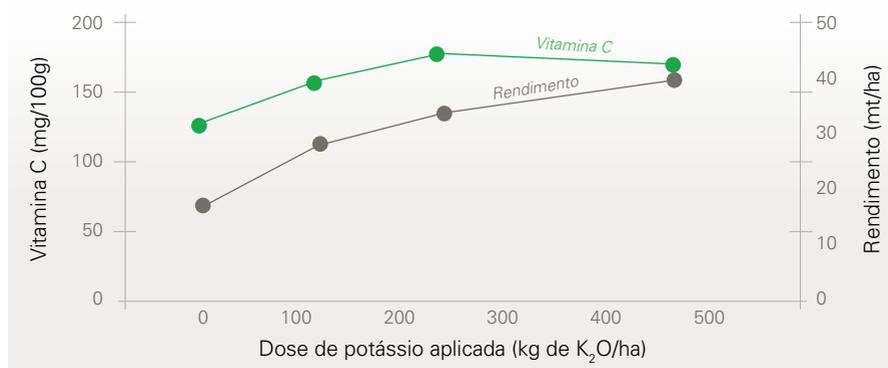


Fig. 3. Efeito da aplicação de K no rendimento e conteúdo de vitamina C do pimentão. Universidade agrícola de Zhejiang, China. Fonte: Wu-Zhong et al., 2001.

Potássio, o Elemento da Qualidade na Produção Agrícola

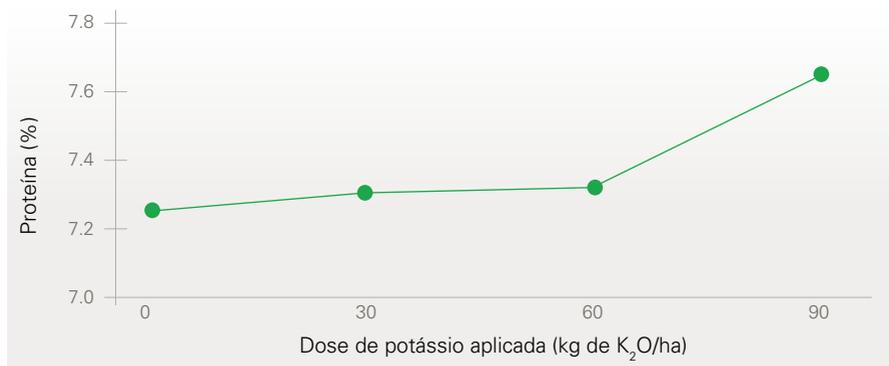


Fig. 4. Efeito da aplicação de K no conteúdo das proteínas no milho. Projeto IPI-PAU. Punjab, Índia. 2004. Fonte: Coordenação IPI Índia.

Tratamento de adubação (kg/ha)			Conteúdo de amido (%)
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	(Base fresca)
135	36	0	31,41 c
135	36	30	32,35 cd
135	36	60	35,47 abc
135	36	90	36,56 ab
135	36	120	32,90 bcd
200	60	180	37,65 a
CV (%)			7,5

Tabela 2. Efeito da adubação potássica no conteúdo de amido da mandioca na colheita. Projeto IPI-ILETRI. Tulungagung, Indonesia. 2012. Fonte: Coordenação IPI SEAP.



Foto 3. Efeito do potássio no tamanho e aparência dos grãos de trigo. Instituto de Pesquisa em Potássio da Índia (PRII), Gurgaon, Haryana. 2004. Cortesia do PRII, Índia.

APARÊNCIA DOS ALIMENTOS

O fornecimento adequado de potássio promove a formação de grãos maiores devido a fotossíntese mais intensa e por maior período. Em Orissa (Índia), o arroz rendeu mais com K devido ao maior período de enchimento de grãos e, portanto, sementes maiores (peso de mil sementes). Grãos de trigo dos ensaios com aplicação de K em Haryana (Índia) obtiveram valor maior na comercialização devido a melhor aparência, pois as sementes eram mais vistosas e brilhantes do que o controle, sem aplicação de K (Foto 3).

Em batatas a aplicação de K aumenta o rendimento de tubérculos médios e grandes e diminui a perda de peso destes na pós-colheita (Foto 4, página 14). Nos citrus, a nutrição potássica influenciou positivamente o tamanho da fruta (Foto 2, página 7), a espessura da casca e a cor do fruto. O maior rendimento ocorre em parte devido a menor queda de frutos e ao aumento do tamanho destes.

Adubandando-se com potássio a incidência de algumas desordens fisiológicas do tomate como mancha dourada – “gold specks”, frutos ocos – “puffiness”, frutos com maturação deficiente – “blotchy ripening complex”, polpa com maturação irregular – “grey wall” e ombro amarelo – “yellowshoulder” pode ser reduzida. Em um levantamento de 140 campos de tomate para processamento na região central da Califórnia, a incidência de dois distúrbios de cores (ombro amarelo e tecido interno branco) foi correlacionada negativamente com o status de potássio do solo e da planta.

Desordens fisiológicas nas frutas de citros como “plugging” e rachaduras estão associadas a alta disponibilidade de N e baixa de K. A deficiência de potássio que resulta em frutos pequenos, de casca fina, promove rachaduras – “splitting” apesar de que a aplicação extra de K nem sempre prevenirá estas rachaduras em cultivares susceptíveis. Plantas adequadamente supridas com K mostram menor incidência de pragas e doenças.

Fissuras, rachaduras e lesões observadas em frutas e folhas deficientes em potássio não apenas oferecem fácil acesso a patógenos invasores mas também são pouco atraentes para potenciais consumidores no mercado. Quando a aparência e a qualidade são pobres o agricultor não consegue vender seus produtos pelo melhor preço possível.



Foto 4. Efeito do potássio no número e tamanho dos tubérculos de batatas. Projeto IPI-PRII-CPRI.



QUALIDADE DE **PROCESSAMENTO**

O potássio promove a absorção de N, estimulando a translocação de aminoácidos das partes vegetativas para os grãos e isto favorece a síntese do glúten e prolamina assim como a formação de proteínas que melhoram a qualidade de cozimento. A aplicação de potássio aumenta o conteúdo de amido no arroz, trigo, milho, soja, gergelim e algumas forrageiras. O efeito positivo do K no conteúdo de óleo nas culturas tem sido observado para gergelim, soja, colza, amendoim e sementes de algodão.

A aplicação de potássio aumenta o tamanho dos capulhos do algodão, melhora o valor do "micronaire", resistência e comprimento da fibra assim como aumenta a porcentagem de fibras maduras. O fornecimento de potássio para o algodão através do seu efeito na capacidade de assimilação é um determinante importante na qualidade da fibra em condições de campo. A exigência de K para produção de fibras de melhor qualidade pode diferir entre os genótipos.

A adubação potássica melhora a qualidade para processamento de batatas. A falta de potássio leva a diminuição da matéria seca nos tubérculos através da redução da fotossíntese e menor produção de amido. A deficiência de potássio também causa acúmulo de açúcares redutores e com isso, batata chips de coloração escura, o que é indesejado. Escurecimento interno de tubérculos da batata podem estar relacionados a um excesso de tirosina causado pela deficiência de K. Há evidência também que ferimentos na casca e o coração oco também podem ser reduzidos pela aplicação de K.

A beterraba açucareira adubada adequadamente com K tem maior rendimento de raízes e também de açúcar, conseqüentemente, um rendimento muito maior. O baixo teor de açúcares encontrado na beterraba açucareira inadequadamente adubada com K advém da reduzida translocação de assimilados pelas folhas para o órgão de armazenamento, devido à restrição na carga do floema. Além da menor translocação do açúcar, a beterraba cultivada com altos teores de N e inadequados teores de K apresenta maior quantidade de N amídico que reduz a extração de açúcares da beterraba. O N amídico é acumulado porque a síntese de proteínas é limitada pela deficiência de K.



PÓS COLHEITA

Os efeitos do K na pós colheita são predominantemente favoráveis, tanto pelo retardo da senescência quanto através da redução de várias doenças fisiológicas. O potássio aumenta a firmeza e resistência da casca das frutas que, com isso, não sofrem facilmente danos durante o transporte, resistindo mais ao apodrecimento durante um período maior além de permanecerem frescas por mais tempo. A aplicação maior de K reduz a perda de umidade na pós colheita pois aumentam o peso das partes colhidas mantendo a integridade do tecido. O potássio pode também reduzir a incidência de algumas doenças fúngicas de pós colheita que podem causar perdas consideráveis uma vez que frutas, tubérculos ou raízes mesmo com pequenos danos devem ser descartadas antes da comercialização.

Compostos de armazenamento acumulados no produto colhido durante o crescimento e maturação são consumidos no curso das atividades metabólicas durante o armazenamento. A respiração inclui a quebra oxidativa de açúcares, amido e ácidos orgânicos em dióxido de carbono e água, com a produção simultânea de energia, calor e compostos intermediários para serem usados em reações bioquímicas. Com a falta de K, a taxa de respiração aumenta e

EXTERNO



MELHORA OS ATRIBUTOS
DA APARÊNCIA

tamanho, forma,
brilho, cor



MELHORA OS
ATRIBUTOS DO TATO

firmeza, textura,
espessura da casca



REDUZ DEFEITOS

rachaduras, vincos,
marcas, falhas
(causadas por
desordens fisiológicas,
pragas e doenças)

INTERNO



MELHORA OS
ATRIBUTOS DO SABOR

doçura, amargor,
acidez, salinidade,
conteúdo de suco

MELHORA ATRIBUTOS
DE TEXTURA

Suavidade, firmeza,
crocância, resistência a
mastigação, fibrosidade

OCULTO

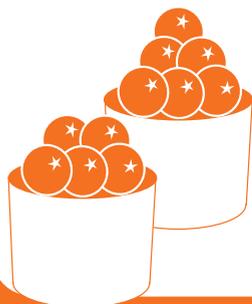


MELHORA A
QUALIDADE DE
PROCESSAMENTO



MELHORA O VALOR
NUTRITIVO

conteúdo de açúcares,
proteínas, amido,
vitaminas, sólidos
solúveis, minerais



MELHORA O ARMAZENAMENTO
E A PÓS COLHEITA

perda de água e
apodrecimento, descoloração,
bruising e outras injúrias
mecânicas, murchamento,
mudanças na textura



OCULTO

MELHORA A QUALIDADE
DE PROCESSAMENTO

MELHORA O VALOR
NUTRITIVO

conteúdo de açúcares,
proteínas, amido,
vitaminas, sólidos
solúveis, minerais

MELHORA
ARMAZENAMENTO E A
VIDA PÓS COLHEITA

perda de água
e senescência,
descoloração,
bruising e outras
injúrias mecânicas,
murchamento,
mudanças na textura

Potássio, o Elemento da Qualidade na Produção Agrícola

mais energia é necessária para esta função; sendo assim frutíferas que receberam pouco potássio não duram muito tempo armazenadas.

O potássio melhora a qualidade no armazenamento e no transporte de bananas, tomates, batatas, cebolas e muitas outras culturas prolongando a pós-colheita. Alguns exemplos são:

- A nutrição deficiente de potássio em bananas resulta em cachos mais finos e frágeis com uma vida pós-colheita curta.
- A qualidade das frutas cítricas durante a armazenagem é influenciada pela nutrição potássica da planta: a incidência de podridão no ápice das frutas e o mofo verde diminui a medida que aumenta a aplicação de K, portanto diminui a perda de frutos no transporte e aumenta a vida pós colheita no supermercado.
- Para o cultivar de laranja “Shamouti”, o potássio reduz a incidência de manchas-“rind pitting”, uma doença fisiológica que desenvolve-se na “Packing house” 3-5 semanas após colheita e durante o transporte e armazenamento.
- Em batatas, a aplicação de K reduz as perdas de armazenagem relacionadas à redução da atividade das enzimas catalase e peroxidase.
- Em cenouras, o K melhora a manutenção da qualidade pós-colheita, sendo o murchamento retardado.
- No abacaxi, a incidência do apodrecimento marrom endógeno (a desordem fisiológica mais importante na pós colheita) pode ser reduzida pela suplementação de grandes quantidades de K que aumenta os níveis de ácido ascórbico na fruta, prevenindo a oxidação de compostos fenólicos e assim prevenindo o desenvolvimento desta desordem.



SUPRESSÃO DE PRAGAS E DOENÇAS

Já se sabe há décadas que o K aumenta a resistência da planta a pragas e doenças. Isto não é exclusivo de poucas espécies mas inclui uma ampla gama de plantas e seus patógenos. O papel do potássio na resistência das culturas a doenças foi extensivamente examinado em uma revisão com 2450 referências. Os resultados mostram que quantidades adequadas de K diminuem a incidência de doenças fúngicas em até 70%, de doenças bacterianas em até 69%, danos de insetos em até 63% e de vírus em até 41% (Fig. 5, página 24).

A adubação potássica adequada garante o crescimento forte e vigoroso das plantas que podem tolerar doenças e ataque de insetos muito mais efetivamente do que aquelas que já vem sofrendo estresse. Devido a sua ação favorável na regulação do metabolismo da planta e contra atacando os efeitos nocivos do excesso de N, o potássio normaliza o desenvolvimento da planta e garante crescimento proporcional. Isto garante a saúde e resistência dos tecidos das plantas a danos causados por pragas e doenças.

Potássio, o Elemento da Qualidade na Produção Agrícola

Apesar dos danos causados por pragas não poderem ser totalmente prevenidos apenas pela nutrição adequada, ela pode ser significativamente reduzida com a adubação potássica. A adubação potássica é uma ferramenta importante de manejo no conjunto de ferramentas disponíveis para a proteção de plantas. A inclusão da nutrição potássica como parte do manejo integrado de pragas (MIP) diminui a necessidade de medidas de controle químico e reduz o risco de resíduos de agroquímicos indesejáveis. Adotando-se a adubação balanceada o agricultor pode reduzir o uso de agroquímicos e com isso informar que sua produção de alimentos é “natural”.

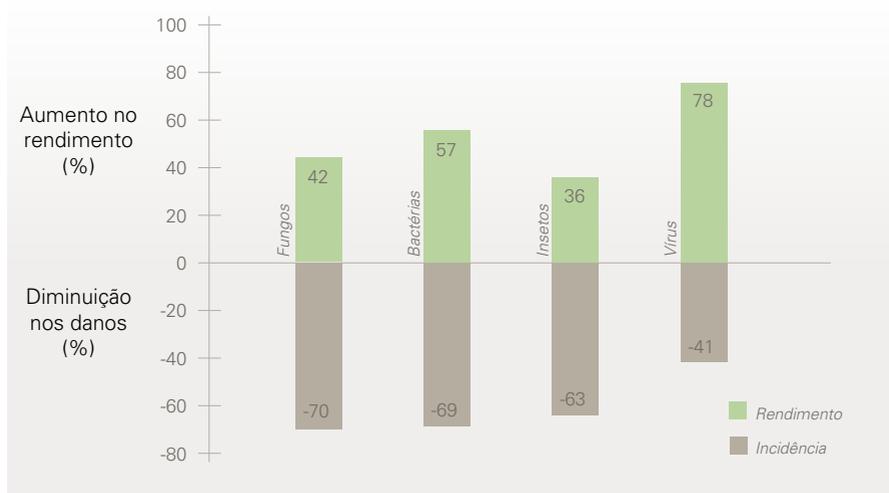


Fig. 5. Redução da incidência de danos causados por pragas e doenças com aumento correspondente de rendimento causado pela aplicação de potássio (n=2450). Fonte: Perrenoud, 1990.



Foto 5. Efeito da aplicação de potássio na doença podridão vermelha (*Colletotrichum falcatum*) na cana de açúcar. Meerut, Uttar Pradesh, na Índia. 2002.

Doenças

Em geral, há relação inversa entre K disponível no solo e a severidade da doença. É prática comum a aplicação de adubos potássicos para reduzir determinadas doenças. A mancha foliar do algodão está relacionada a baixa disponibilidade de K no solo, baixo K no tecido vegetal e baixo teor de potássio no pecíolo. Diferentes adubos potássicos aplicados via foliar, são altamente eficazes como indutores de proteção sistêmica contra o oídio no pepino. A deficiência de potássio na soja no final do ciclo pode levar a redução da produtividade e a baixa qualidade da semente, causada por cancro da haste, podridão seca e a mancha púrpura da semente. Em batatas a adubação potássica é responsável por diminuir a incidência de várias doenças como a requeima, podridão seca, sarna e pinta preta (foto 6, página 26).

O potássio exerce seu maior efeito sobre doenças, influenciando nas estruturas celulares dos tecidos e nas funções bioquímicas e metabólicas. Plantas deficientes em potássio têm maior concentração de açúcares solúveis os quais são um substrato conveniente para o crescimento de muitos patógenos. O N inorgânico acumula na seiva de plantas de milho deficientes em K através do comprometimento do metabolismo do nitrogênio, o que proporciona um ambiente mais favorável para o crescimento bacteriano e subsequente susceptibilidade ao murchamento. O potássio também aumenta a produção de compostos inibidores de doenças como fenóis, fitoalexinas e auxinas os quais aumentam a resistência de plantas e doenças.

Potássio, o Elemento da Qualidade na Produção Agrícola

O aumento na resistência a doença devido ao potássio tem sido atribuída a vários mecanismos, por exemplo, diminuição da permeabilidade celular e diminuição da suscetibilidade do tecido a maceração e a penetração de patógenos. Além disso, o potássio combinado com o fósforo induz o desenvolvimento de cutículas e paredes celulares mais espessas as quais funcionam como barreiras mecânicas contra a invasão e infecção por patógenos.

No caso de uma adubação excessiva de N e um inadequado suprimento de K, as paredes celulares da haste podem se tornar muito finas devido ao rápido crescimento causando acamamento. O acamamento das plantas expõe estas a doenças pois a maior umidade desenvolvida nas culturas acamadas forma um microclima ideal para a germinação de esporos de fungos. Com isso é importante garantir que a adubação nitrogenada seja balanceada com a potássica.

A resistência física a doenças é aumentada porque o fornecimento adequado de K garante o completo fechamento dos estômatos e aumenta a lignificação do tecido vascular. Rachaduras, fissuras e lesões que se desenvolvem com a deficiência de K na superfície das folhas e frutas permitem livre acesso de patógenos.



*Foto 6. Efeito da aplicação potássica na incidência da requeima (*Phytophthora infestans*) na batata. Projeto IPI-PRII-CPRI. Jalandhar, Punjab, Índia. 1998. Fonte: Coordenação IPI Índia.*

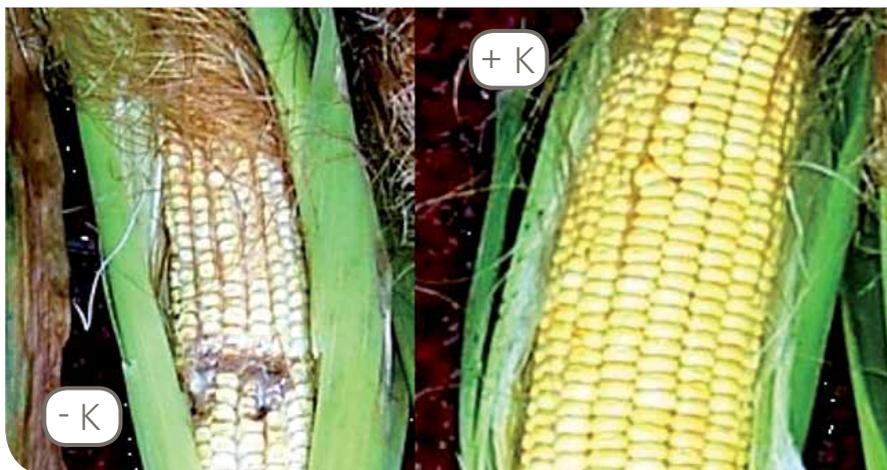


Figura 7. Efeito do K no ataque de lagartas do milho. Chengdu, China, 2001. Fonte: Coordenação IPI China.

Pragas

O papel do potássio como atenuante dos danos causados por insetos nas culturas tem sido bem documentado. Plantas adubadas excessivamente com N e com pouco K têm tecidos mais tenros, com pouca resistência a insetos sugadores e mastigadores. A coloração amarelada das plantas com deficiência de potássio age como um sinal para atrair afídeos (pulgões). A superfície tenra dos tecidos com excessivo N facilita a penetração da superfície das folhas pelos afídeos que não apenas competem por assimilados mas, transmitem ao mesmo tempo, vírus. O murchamento, outro indicador de deficiência em plantas, também parece atrair pragas.

O fornecimento de N em excesso numa adubação desbalanceada necessita carbono (C) para sua metabolização o que deixa pouco carbono advindo do ciclo de Krebs, disponível para síntese de compostos secundários como fenóis e quininas. Estes compostos fenólicos tem papel importante na relação hospedeiro patógeno, sendo a base de defesa de muitos organismos. Eles agem como fitoalexinas ou como precursores da lignina e suberina que atuam como barreiras mecânicas nas

Potássio, o Elemento da Qualidade na Produção Agrícola

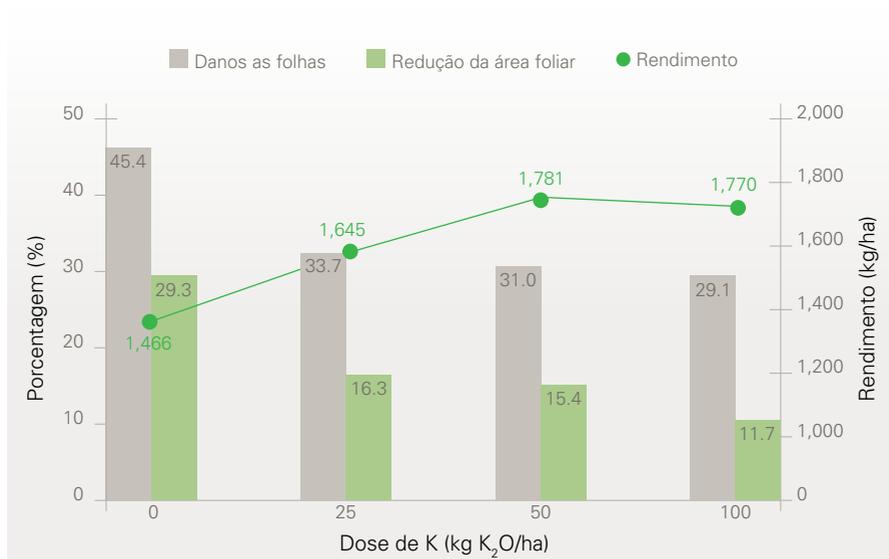


Fig. 6. Efeito da aplicação de K na produtividade da soja e dano causado pelo besouro azul (Cheorane sp.). Projeto IPI-PRII-RAK. Sehore, Madhya Pradesh, Índia. 2001. Fonte: Coordenação IPI Índia.

folhas e caules contra o ataque de pragas. Em um experimento de longa duração do IPI na Índia na cultura da soja, os ataques de insetos como o besouro azul, "grey semilooper" (*Rivula sp.*), "girdle beetle" (*Oberae sp.*) e a moscas minadoras (*Melanagromyza sp.*) foi claramente reduzido com aplicações de K aumentando consequentemente a produtividade (Fig. 6, Foto 8).



Foto 8. Efeito do K sobre a infestação de pragas na cultura da soja. Projeto IPI-PRII-RAK. Sehore, Madhya Pradesh, Índia. 1999. Fonte: Coordenação IPI Índia.



SAÚDE HUMANA

O potássio tem sido reconhecido como um elemento essencial na nutrição animal e humana. É o terceiro mineral mais abundante no corpo humano após o cálcio e o fósforo, compreendendo 5% do conteúdo mineral total do corpo humano.

O potássio é conhecido como um fator importante para a manutenção da boa saúde em animais e humanos. Ele tem papel importante na transmissão de impulsos elétricos através do sistema nervoso central, e na regulação fina do ritmo cardíaco. Ele também media importantes reações químicas celulares necessárias para a entrada dos nutrientes nas células e isto ajuda na manutenção hídrica do corpo. O potássio estimula a troca de água no tecido sendo liberado através dos rins e estimula o metabolismo através da ativação enzimática que regula a digestão dos alimentos e da gordura. Ajuda também na síntese de proteínas, dos amino ácidos e no metabolismo de carboidratos.

O potássio não tem efeitos nocivos ao homem. Ele ajuda a regular a pressão sanguínea a níveis estáveis e pode ajudar a prevenir acidente vascular cerebral (AVC). Os seres humanos com ingestão adequada de K apresentam menos casos de hipertensão e quando consomem alimentos ricos em K a pressão sanguínea cai. O potássio não tem efeito deletério na qualidade da água potável. O potássio na água potável e/ou nos alimentos não apresenta risco à saúde humana desde que as funções renais estejam normais.

Os limites para o K presente na água potável na União Européia foram desconsiderados, mostrando a natureza benigna deste elemento para a saúde humana. O potássio é absolutamente essencial para a vida. Animais jovens não crescerão e podem até morrer dentro de poucos dias se a dieta não contiver nenhum potássio. A deficiência de K no corpo humano pode provocar fraqueza muscular, fadiga, constipação, apatia mental, etc. A ingestão diária recomendada de K aumenta, com a idade, a partir de 3.000 a 4.700 mg por dia. No entanto, a pesquisa mostra que os níveis de K encontrados em dietas modernas são bastante inferiores aos encontrados em dietas mais tradicionais com base em alimentos não processados (Karppanen *et al.*, 2005).

Humanos e animais precisam obter suprimentos adequados de K de seus alimentos para crescerem normalmente e com saúde. As fontes deste K são as plantas. Alimentos considerados ricos em K são as batatas, frutas secas, morangos, abacate, carne, peixe, legumes, bananas e todos os grãos (Tabela 3).

Alimentos	Tamanho da porção	Conteúdo de K	Ingestão diária recomendada*
		(mg de K)	(%)
Uva passa	1 copo (145 g)	1086	23%
Abacate	1 porção (201 g)	1021	22%
Espinafre (fervido)	1 copo (180 g)	839	18%
Ervilha (fervida)	1 copo (196 g)	710	15%
Salmão	½ filé (155 g)	632	13%
Batata (cozida)	1 porção (156 g)	610	13%
Suco de laranja	1 copo (248 g)	496	11%
Banana	1 porção (118 g)	422	9%
Leite integral	1 copo (244 g)	322	7%
Contra filé	85 g	320	7%
Pão integral	2 fatias (56 g)	138	3%

* Valores de referência Food and Drug Administration (FDA) consumo de 4700 mg K diários.

Tabela 3. Conteúdo de potássio em alguns alimentos selecionados. Base de dados de nutrientes da USDA para referência padrão. www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12354500/Data/SR25/nutrlist/sr25a306.pdf



ALIMENTOS **FUNCIONAIS**

Atualmente os consumidores buscam por vantagens em alimentos que contêm compostos naturais e benéficos a saúde (alimentos funcionais). Por exemplo, fitoquímicos com valor medicinal são definidos como ingredientes bio-ativos nos alimentos e são idealizados para melhorar a saúde e o bem estar. Licopeno em tomates, alicina no alho ou isoflavonas na soja pertencem a este grupo. Estão associados com a prevenção do câncer, diabetes, hipertensão e doenças cardíacas.

O potássio pode aumentar, por exemplo, o conteúdo de licopeno no tomate. Um estudo publicado no *“Journal of Agricultural and Food Chemistry”* confirmou a relação positiva entre a adubação potássica da soja e o conteúdo de isoflavonas. O trabalho revelou que, particularmente em solos com baixa fertilidade, a adubação potássica aumentou as principais isoflavonas - genisteína, daidzeína, e glyciteína – em até 16%.

A curcumina é um fitoquímico extraído da popular cúrcuma indiana e pode ser útil para a prevenção e tratamento de várias doenças. A qualidade do rizoma da cúrcuma é avaliada em quanto de curcumina ele contém. Este importante parâmetro de qualidade do rizoma.

demonstrou aumentar significativamente, em resposta à aplicação de K. Experimentos do IPI na Índia confirmaram este fato com o aumento significativo das concentrações de curcumina como consequência da aplicação de K (Tabela 4).

Não se sabe se o K desempenha um papel específico na síntese de fitoquímicos, mas isso pode ser devido ao fato dele ser um importante co-fator enzimático para muitas reações metabólicas na planta.

O potássio tem também mostrado reduzir o conteúdo de fitoquímicos tóxicos. Por exemplo, a mandioca contém compostos de glicosídeos cianogênicos potencialmente tóxicos que podem causar intoxicação e morte de seres humanos e animais. Muitos autores relataram redução significativa no teor de ácido cianídrico (HCN) de tubérculos de mandioca em resposta à adubação potássica.

Aplicação de potássio kg K ₂ O/ha	Rendimento de cúrcuma <i>in natura</i> mt/ha	Conteúdo de curcumina %
0	18,0	2,90
40	24,3	3,30
120	28,3	3,63
200	31,4	3,93
260	34,4	4,47
CD (P=0,05)	1,68	0,15

Tabela 4. Efeito da aplicação de K no rendimento e qualidade de curcuma cv. Erode local. Projeto IPI – Universidade Annamalai. Erode, Tamil Nadu, Índia. 2006. Fonte: Cordenação IPI Índia.



CONTEÚDO DE NITRATO NOS ALIMENTOS

A adubação desbalanceada com um fornecimento inadequado de K pode levar ao acúmulo de NO_3 nas plantas. O potássio ajuda a manter o conteúdo de NO_3 nas frutas e vegetais dentro dos limites estabelecidos pelas autoridades da saúde. A legislação da União Européia definiu os níveis máximos de nitratos permitidos em vegetais de folhas verdes, como alface e espinafre.

O envolvimento de K no ciclo do nitrogênio pode ser visto como um ativador enzimático no metabolismo do N. Foi demonstrado por Koch e Mengel (1974), que as plantas de fumo deficientes em K não só absorvem 26% menos N que as plantas que receberam adequadamente K, mas do NO_3 retomado, apenas 15% é incorporado na proteína e 45% ainda permanece como NO_3 nas plantas deficientes em K. Em contraste, as plantas bem supridas com potássio convertem 40% do NO_3 em proteína e apenas 30% permanecem como NO_3 . Menos NO_3 restante no tecido com a maior taxa de conversão corresponde com a preocupação do consumidor por alimentos “seguros” e, quanto maior a absorção de NO_3 devido ao adequado suprimento de K condiz com a necessidade de uma produção agrícola ambientalmente correta.

Experimentos do IPI em fazendas na China mostram que o salsão recebendo dose adequada de K tem um conteúdo de NO_3 de 427 ppm que é 27% menor que aquele com nutrição desbalanceada (Fig. 7). O potássio ajuda a manter o conteúdo de NO_3 do salsão dentro dos limites estabelecidos pelas autoridades da saúde pública.

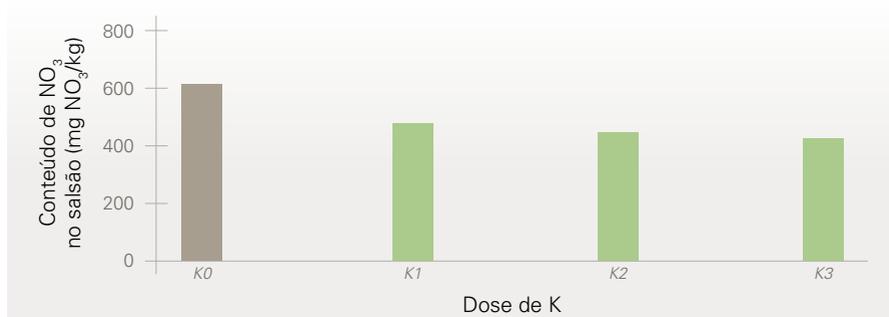


Fig. 7. Teor de nitrato no salsão em função da aplicação de K, na China. Härdter e Krauss, 1999.

LEITURA COMPLEMENTAR

1. Vários artigos no site do Instituto International Potash (IPI): www.ipipotash.org.
2. Potassium and Chloride in Crops and Soils: The Role of Potassium Chloride Fertilizer in Crop Nutrition. Kafkafi, U., G. Xu, P. Imas, H. Magen, e J. Tarchitzky. 2001. IPI-Research Topics 22. Instituto Internacional do Potássio, Suíça.
3. Potassium Sulphate and Potassium Chloride. Zehler, E., H. Kreipe, e P.A. Gething. 1981. IPI-Research Topics 9. Instituto Internacional do Potássio, Suíça.
4. Mineral Nutrition of Higher Plants. Marschner, H. 1995. 2ª edição. Academic Press, San Diego, NY.
5. Impact of Potassium on Crop Yield and Quality with regard to Economical and Ecological Aspects. Mengel, K. 1977. *em*: Food Security in the WANA Region, the Essential Need for Balanced Fertilization (Johnston, A.E., ed.) p. 157-174. Instituto Internacional do Potássio, Suíça. Mengel, K. 1977.
6. The Role of Potassium in Crop Quality. Usherwood, N.R. 1985. *Em*: Potassium in Agriculture (Munson, R.D., ed.) p. 489-514. ASA/CSSA/SSSA, Madison, WI.
7. Potassium and Plant Health. Perrenoud, S. 1990. 2ª edição. IPI Research Topics 3. Instituto Internacional do Potássio, Suíça.
8. Potassium Fertilization Effects on Isoflavone Concentrations in Soybean. Vyn, T.J., X. Yin, T.W. Brunlsema, C.C. Jackson, I. Rajcan, e S.M. Brouder. 2002. J. Agric. Food Chem. 50:3501-3506.
9. Effect of Mineral Nutritional Status on Shoot-Root Partitioning of Photo-Assimilates and Cycling of Mineral Nutrients. Marschner, H., E.A. Kirkby, and I. Cakmak. 1996. J. Exp. Botany 47:1255-1263.
10. Balanced Fertilization and Crop Quality. Härdter, R., and A. Krauss. 1999. IFA Agric. Conferência sobre Gestão de Nutrição de Plantas. Barcelona, Espanha, 29 junho - 2 julho.
11. The Influence of the Level of Potassium Supply to Young Tobacco Plants (*Nicotiana tabacum* L.) on Short-Term Uptake and Utilization of Nitrate Nitrogen (¹⁵N). Koch, K., e K. Mengel. 1974. J. Sci. Fd. Agric. 25:465-471.
12. Yield and Quality Responses of Selected Solanaceous Vegetable Crops to Potassium Fertilization. Wu-Zhong, N., J.S. Liang, e R. Härdter. 2001. Pedosphere 11:251-255.
13. Potassium Requirements for Maximum Yield and Fruit Quality of Processing Tomato. Hartz, T.K., G. Miyao, R.J. Mullen, M.D. Cahn, J. Valencia, and K.L. Brittan. 1999. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124:199-204.
14. Influence of N, K and Irrigation on Citrus Fruit Quality. Koo, R.C.J., e R.L. Reese. 1977. Proc. Int. Soc. Citricul. 1:34-38.
15. Why and How to Implement Sodium, Potassium, Calcium, and Magnesium Changes in Food Items and Diets? Karppanen, H., P. Karppanen, e E. Mervaala. 2005. Journal of Human Hypertension 19, S10-S19.



Baumgärtlistrasse 17, P.O. Box 260
CH-8810 Horgen, Switzerland
T +41 43 810 49 22, F +41 43 810 49 25
ipi@ipipotash.org; www.ipipotash.org
twitter.com/IPI_potash; facebook.com/IPIpotash
flickr.com/photos/ipi_potash/sets/

IPI no Brasil

Rua General Furtado do Nascimento, 740 cj. 60
CEP 05465070 São Paulo – SP, Brasil
T +55 11 3729 2027
toni.wiendl@ipipotash.org