

## FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DA PIMENTEIRA-DO-REINO

Sonia Maria Botelho<sup>1</sup>  
Raimundo Freire de Oliveira<sup>2</sup>

O Brasil ocupa o quarto lugar na produção mundial de pimenta-do-reino, contribuindo, o Estado do Pará, com 90% da produção nacional. É uma cultura geradora de divisas, uma vez que 95% do total produzido é destinado à venda externa, ocupando o terceiro lugar entre os produtos agrícolas exportados pelo País. O cultivo da pimenta-do-reino está distribuído por várias microrregiões paraenses, sendo os principais produtores, os municípios de Tomé-Açu, Paragominas, Castanhal e Baião.

A pimenta-do-reino é uma planta tropical, que encontra condições favoráveis entre as latitudes 20°N e 20°S. Todavia é importante levar em consideração o ciclo da cultura que, sendo longo, é influenciado pela ação das chuvas e da evapotranspiração durante todo o ano. A distribuição desses fatores pode resultar em déficits hídricos estacionais que, em função da magnitude, limitam a produção em determinados locais.

A Amazônia brasileira compreende uma área aproximada de 5.000.000 km<sup>2</sup>, sendo constituída pelos estados do Acre, Amazonas, Roraima, Rondônia, Mato Grosso, Pará, Amapá, Tocantins e uma área a oeste do meridiano 44° W, denominada de pré-Amazônia Maranhense. É caracterizada por apresentar clima quente e úmido, dando assim a conotação de uniformidade climática, porém apresenta na realidade, nítida variação térmica e acentuada variabilidade hídrica, esta em termos espacial e temporal. As maiores flutuações na radiação solar, temperatura do ar e umidade atmosférica estão associadas com o padrão das chuvas verificando-se que, por ocasião do período mais chuvoso, ocorre redução nesses parâmetros, com o inverso ocorrendo por ocasião do período de menor pluviosidade.

O clima amazônico apresenta temperaturas médias, máximas e mínimas anuais oscilando, respectivamente, entre 24 °C e 27 °C, 30 °C e 32 °C e 18 °C e 23 °C e os totais anuais de brilho solar variam entre 1.500 h e 2.600 h. A umidade relativa do ar oscila entre 67% e 90% e os totais pluviométricos anuais estão contidos entre 1.300mm e 3.000mm.

Balanços hídricos calculados para vários locais representativos da região mostram que os excedentes de água, sujeitos à percolação, estão entre 169 mm ao sul da região em torno de Cuiabá, e acima de 2.000 mm no litoral do Pará e Amapá. Os déficits hídricos são praticamente nulos em torno da cidade de Belém e a noroeste do estado do Amazonas e podem alcançar mais de 500 mm em Roraima, em torno de Boa Vista.

A distribuição das chuvas, relacionada com a evapotranspiração de referência e com resultados de balanços hídricos definem, para a região, a ocorrência de quatro períodos de

1.MSc., Pesquisadora Embrapa Amazônia Oriental. Tv. Dr. Enéas Pinheiro s/nº, Bairro do Marco, 66095-100 Belém, PA, email: [sonia@cpatu.embrapa.br](mailto:sonia@cpatu.embrapa.br)

2. MSc., Pesquisador Aposentado Embrapa Amazônia Oriental

chuva: 1- chuvoso, variando de cinco a dez meses. 2- estiagem, variando de um a dois meses, 3- seco, variando de zero a cinco meses 4- transição, variando entre zero e um mês.

A pimenta-do-reino é típica de regiões de clima quente e úmido, necessitando para seu desenvolvimento e produção, valores elevados de temperatura e chuva. Todavia a distribuição da temperatura e pluviosidade associadas a outros componentes do clima influenciam na produção. O efeito de elementos do clima nas plantas tem sido abordado do seguinte modo: a temperatura do ar afeta a maioria dos processos físicos e químicos das plantas e considera-se que cada espécie exige um ótimo de amplitude térmica e temperaturas máximas e mínimas, além das quais a planta não se desenvolve satisfatoriamente. A insolação, como reflexo da radiação solar incidente, é considerada elemento climático de extrema importância na produção agrícola, visto que insolação e radiação solar estão associadas à produtividade das plantas pelo processo da fotossíntese, transpiração, floração e maturação.

A importância da umidade do ar deve-se ao fato de estar relacionada com a demanda evaporativa da atmosfera, ou seja, quando muito baixa ou muito elevada torna-se prejudicial para a maioria das plantas. Umidade relativa abaixo de 60% pode aumentar a taxa de transpiração e, acima de 90% pode reduzir a absorção de nutrientes, devido diminuir a transpiração, além de favorecer a propagação de doenças fúngicas.

A chuva é um elemento climático fundamental para as plantas, pois a água é essencial para o crescimento, além de desempenhar importante papel na fotossíntese e produção. Essa importância se torna maior nas regiões tropicais úmidas e na Amazônia, onde o cronograma agrícola é determinado pela chuva, dada sua função na disponibilidade de água para as plantas durante o ano, ao contrário das regiões fora dos trópicos, onde a temperatura é o elemento regulador da agricultura.

Tomando-se por base o comportamento agroclimático da pimenta do reino em regiões de origem e no Pará, onde a cultura é encontrada em maior expansão na região, podem ser indicadas as seguintes referências climáticas para a cultura para as condições Amazônicas: temperatura média anual entre 23°C e 28 °C, umidade relativa do ar entre 80% e 88%, total pluviométrico anual entre 1.500mm e 3.000mm e brilho solar acima de 2.000 horas no ano.

Em termos de déficits hídricos, embora tenha sido verificado que a cultura é cultivada sob ampla faixa de déficits hídricos (entre 30 mm e 400 mm), sabe-se que a pimenta é exigente em bom suprimento de água, principalmente, durante a floração e frutificação, havendo necessidade de manter o solo com bom suprimento de água, para evitar queda de produção. Tais condições, associado ao fato de que no Pará a pimenteira-do-reino está cultivada em áreas de baixa pluviosidade e déficits hídricos elevados, o incremento na

produção está relacionado ao emprego de adubação, defensivos e irrigação, recomenda-se a prática de irrigação em áreas com déficit hídricos acima de 100 mm.

Embora a influência do clima na pimenta-do-reino, necessite ser mais estudada, pode-se dizer que, quando obedecidas as exigências de solo da cultura, o clima da região, não constitui fator limitante para o seu cultivo. Porém é preciso levar em consideração a distribuição das chuvas e da disponibilidade hídrica para a cultura durante o ano, bem como a ocorrência de períodos secos e de montantes de déficits hídricos, os quais se encontram dentro de uma faixa bastante ampla, com reflexos na produção da pimenta. Na Tabela 1 estão relacionados os períodos mais apropriados para execução de atividades agrícolas (preparo de área, plantio, irrigação) e os períodos de ocorrência de fases produtivas da pimenta (floração, frutificação e maturação) para várias microrregiões do Pará, enquanto na Tabela 2 estão as épocas mais frequentes de ocorrência de floração, frutificação e colheita por unidades federativas na Amazônia.

**Tabela 1.** Períodos de fases produtivas da pimenta-do-reino (floração-FI, frutificação-Fr, maturação-Mat e colheita Col) e períodos mais apropriados para execução de atividades agrícolas (preparo de área –PA, plantio- PI e irrigação –Ir) no Estado do Pará.

Pará/ Microrregião	Preparo de Área	Plantio	Floração	Frutificação*	Maturação	Irrigação	Colheita **
Norte das microrregiões Óbidos e Almerim	dez-jan	fev	Fev	mar.-jun	jul-ago	ago-dez	set-out
Óbidos, Almerim, Santarém Portel,	nov-dez	jan	Jan	fev-mai	jun/jul	jul-nov	ago-set
Breve, Arari, Salgado	out-nov	dez-jan	Jan	fev-mai	jun-jul	ago-nov	ago-set
Belém, Castanhal	nov-dez	jan	Jan	fev-mai	jun/jul	out-nov(***)	ago-set
Bragantina	nov-dez	jan	Jan	fev-mai	jun/jul	ago-dez	ago-set
Guamá	nov-dez	jan	Jan	fev-mai	jun/jul	jul-dez	ago-set
Cametá, Tomé-Açu	nov-dez	jan	Jan	fev-mai	jun/jul	jul-nov	ago-set
Paragominas	nov-dez	jan	Jan	fev-mai	jun/jul	jun-dez	ago-set
Altamira, Tucuruí, Marabá, Itaituba, S. F. Xingu	out-nov	dez	Dez	jan-abr	mai-jun	jun-out	jul-ago
Parauapebas, Redenção C. Araguaia e Sul das microrregiões Itaituba, Altamira	set-out	nov	Nov	dez-mar	abr-mai	jun-set	jun-jul

\* Início de floração ;

\*\* A partir do segundo ano de plantio

\*\*\* Irrigação na microrregião de Belém em anos excepcionais

Fonte: Embrapa Amazônia Oriental

**Tabela 2.** Fases produtivas da pimenta-do-reino ( floração-FI, frutificação-Fr, maturação-Mat e colheita Col) e períodos de maior ocorrência na Região Norte.

Unidade Federativa	Floração*	Frutificação	Maturação	Colheita**
Acre	novembro	dez.-mar.	abr.-maio	jun.-jul.
Amazonas	dezembro	jan.-abr.	mai.-jun.	jul.-ago.
Amapá	janeiro	fev.-maio	jun.-jul.	ago.-set.
Pará	janeiro	fev.-ma.	jun.-jul.	ago.-set.
Rondônia	novembro	dez.-mar.	abr.-maio	jun.-jul.
Roraima	maio	jun.-out.	nov.-dez.	jan.-fev.
Tocantins	novembro	dez.-mar.	abr.-maio	jun.-jul.

\* Início de floração

\*\* A partir do segundo ano de plantio

Fonte: Embrapa Amazônia Oriental

Na Amazônia há uma dominância de solos de baixa fertilidade natural, o que é consequência da sua formação, possuindo baixa capacidade de nutrientes essenciais disponíveis. Entretanto, no caso da pimenteira-do-reino, essa baixa reserva de nutrientes pode ser compensada pelo uso adequado de fertilizantes e corretivos, sendo mais importante levar em conta as propriedades físicas do solo, que são consideradas boas, em sua maioria.

A cultura de pimenteira-do-reino exige solos profundos, bem drenados, porosos, bem friáveis, permeáveis, de textura média, argilosa e muito argilosa. Não suporta solos sujeitos à inundações periódicas. As propriedades físicas inadequadas, como em solos moderadamente e imperfeitamente drenados têm provocado o aparecimento de doenças causadas pelo ataque de fungos no cultivo da pimenteira-do-reino.

Com relação à topografia, os cultivos da pimenteira-do-reino devem ser estabelecidos, de preferência, em terrenos plano e suave ondulados, com declives inferiores a 8%, pois facilitam o manejo da cultura, as práticas culturais, a colheita e a conservação do solo. Nos terrenos moderadamente ondulados e ondulados com declives de 8% a 13% e de 13% a 20%, respectivamente, há restrições, enquanto aqueles com declives acima de 20% são considerados inadequados. Em áreas com declives na faixa entre 8% e 20% há necessidade de aplicação de práticas de controle de erosão.

Quanto à profundidade, a pimenteira-do-reino necessita de solos profundos, com mais de 120 cm, sem qualquer impedimento. Solos com profundidade inferior a 75 cm são considerados inadequados para a cultura.

Em solos compactados, as raízes raramente atingem profundidades abaixo de 60 cm, o que prejudica o desenvolvimento das plantas. Isto porque a compactação forma um impedimento mecânico para o sistema radicular e causa diminuição da aeração e da capacidade de armazenamento de água disponível. Quando a camada adensada ou compactada está a 30 a 40 cm de profundidade, pode ocorrer saturação com água na

camada superficial do solo, no período de maior precipitação no ano, provocando a falta de oxigênio e a morte das raízes. Recomenda-se, para o bom desenvolvimento da pimenteira-do-reino que os solos não apresentem camadas impermeáveis, pedregosas ou endurecidas, nem lençol freático a menos de 180 cm de profundidade, devendo-se observar o perfil de todo o solo, e não apenas as camadas superficiais.

Nos pimentais já estabelecidos, a compactação do solo é consequência, principalmente, do trânsito de veículos e máquinas usadas nas práticas agrícolas.

Considerando-se a aeração, a disponibilidade adequada de oxigênio é de fundamental importância para o desenvolvimento do sistema radicular da pimenteira-do-reino. A falta de oxigênio provoca o apodrecimento das raízes. A falta de aeração do solo pode ser causada pelo adensamento, compactação ou encharcamento, quando deve ser feito um bom sistema de drenagem. Os excessos contínuos de umidade no solo promovem perdas irreparáveis no sistema radicular, com reflexos negativos na produção da cultura. Por isso, os solos cultivados com a pimenteira-do-reino devem ter boas propriedades físicas, sendo porosos e com boa drenagem interna, para que o excesso de umidade seja drenado rapidamente, de modo que o nível do lençol freático mantenha-se abaixo de 2,00 m de profundidade.

A pimenteira-do-reino adapta-se e desenvolve-se em diversos tipos de solos, e neste particular, a maioria dos solos da Amazônia, presta-se ao seu cultivo com obtenção de bons resultados, tendo em vista que, sem considerar os aspectos nutricionais da planta, a sua maior exigência diz respeito às propriedades físicas dos solos, consideradas como boas na maioria destes. A cultura da pimenteira-do-reino é feita em terrenos de terra firme, não sendo utilizados os solos de várzeas, devido a sua condição de encharcamento e excesso de umidade, fatores estes que os tornam impróprios para o cultivo, pela deficiência de oxigênio que prejudica o desenvolvimento do sistema radicular da planta, e conseqüentemente, causa o aparecimento de fungos patogênicos.

Entre as classes de solos de terra firme que reúnem condições edáficas adequadas para o cultivo da pimenteira-do-reino estão os Latossolos e os Argissolos, que são os dominantes, ocupando aproximadamente 48% e 30%, respectivamente, da superfície total da Amazônia brasileira. Entretanto, outros solos apresentam potencial para o cultivo dessa especiaria, conforme a Tabela 1, na qual está apresentado um resumo das classes de solos com suas qualidades e limitações e as práticas de manejo recomendadas.

**Tabela 1.** Classes de solos com potencial para cultivo da pimenta-do-reino e recomendações para seu manejo.

Classes	Limitações	Práticas de Manejo
Latossolos	Acidez, baixa CTC, baixa reserva de nutrientes, adensamento, baixo armazenamento de água	Calagem, adubação, subsolagem, irrigação, curvas de nível
Argissolos (Podzólicos)	Acidez, baixa CTC, baixa reserva de nutrientes, aumento da fração argila em profundidade, adensamento/ compactação	Calagem, adubação, subsolagem, drenagem
Cambissolos	Pequena profundidade, baixa fertilidade, relevo movimentado.	Calagem, adubação, curvas de nível
Neossolos Quartzarênicos (Areias Quartzosas)	Acidez, baixa fertilidade, baixa retenção de água.	Calagem, adubação, irrigação
Nitossolos (Terra Roxa Estruturada)	Relevo movimentado	Adubação, curvas de nível, irrigação
Latossolos Concrecionários e Argissolos Concrecionários	Pedregosidade, pequena profundidade, acidez, baixa fertilidade	Calagem, adubação, práticas de cultivo
Alissolos (Podzólicos)	Acidez, toxidade de alumínio, baixa reserva de nutrientes	Calagem, adubação, curvas de nível, drenagem
Vertissolos	Encharcamento, compactação alto teor de argila 2:1	Drenagem, práticas de cultivo, irrigação
Argissolos Plínticos (Podzólicos Plínticos)	Má drenagem, baixa fertilidade, acidez	Drenagem, calagem, adubação, curvas de nível

Fonte: Embrapa Amazônia Oriental

Os solos para o cultivo da pimenteira-do-reino podem ser enquadrados em cinco grupos de potencialidade, conforme discriminação a seguir:

Grupo 1. **Solos com muito alto potencial** que compreendem solos que apresentam boas qualidades para obtenção de alta produtividade com a cultura da pimenteira-do-reino. São os solos encontrados em condições de relevo plano a suave ondulado, bem estruturados, permeáveis, férteis, com pH ligeiramente ácido e sem problemas de inundação e de salinidade. Estão enquadrados neste grupo, os seguintes solos: Latossolo Vermelho Eutrófico, Nitossolo Vermelho Eutrófico (Terra Roxa Estruturada), Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico (Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico), Argissolo Vermelho Eutrófico (Podzólico Vermelho Eutrófico) e Cambissolo Eutrófico.

Grupo 2. **Solos com alto potencial** que são solos adequados para cultivo da pimenteira-do-reino, os quais apresentam restrições em termos de fertilidade natural, com as mesmas qualidades do grupo anterior, e que podem levar à produtividades altas, com a elevação do nível de fertilidade e do pH do solo. Fazem parte deste grupo as seguintes classes de solos:

Latossolo Amarelo Distrófico, Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, Latossolo Vermelho Distrófico, Argissolo Amarelo Distrófico (Podzólico Amarelo Distrófico), Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico (Podzólico Vermelho Amarelo Distrófico), Argissolo Vermelho Distrófico (Podzólico Vermelho Distrófico), Nitossolo Vermelho Distrófico (Terra Roxa Estruturada Distrófica) e Cambissolo Distrófico.

Grupo 3. **Solos com médio potencial** são os solos adequados para cultivo da pimenteira-do-reino quem além de restrições da fertilidade natural, apresentam uma ou mais limitações em termos de relevo, profundidade efetiva e/ou drenagem, que levam à produtividades mais baixas que as obtidas nos solos do grupo anterior, requerendo maiores investimentos para obtenção de bons rendimentos. Fazem parte deste grupo, as seguintes classes: Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho Amarelo e Latossolo Vermelho, todos distróficos e com relevo ondulado (declividade de 8% a 20%), Argissolo Amarelo (Podzólico Amarelo), Argissolo Vermelho Amarelo (Podzólico Vermelho Amarelo), Argissolo Vermelho (Podzólico Vermelho), todos distróficos e eutróficos, textura média/argilosa, argilosa/muito argilosa e em relevo ondulado (declividade de 8% a 20%), Nitossolo Vermelho Distrófico e Eutrófico (Terra Roxa Estruturada) com relevo ondulado, Cambissolo Distrófico com relevo ondulado, Alissolo (Podzólico) com relevo ondulado, Vertissolo, Argissolo (Podzólico) e Alissolo (Podzólico) Distrófico Plíntico.

Grupo 4. **Solos com baixo potencial** que são solos pouco adequados para o cultivo da pimenteira-do-reino, devido à fertilidade natural muito baixa, textura arenosa, pequena profundidade efetiva, precisando de uso de práticas de cultivo mais intensas que nos grupos anteriores, para obtenção de produções economicamente rentáveis. Enquadram-se nesse grupo as seguintes classes: Neossolos Quartzarênicos (Areias Quartzosas), Latossolos e Argissolos (Podzólicos), ambos Distróficos e Concrecionários; Argissolos (Podzólicos) e Cambissolos, ambos Distróficos e pouco profundos, Argissolos, Cambissolos, Alissolos (Podzólicos), todos distróficos e plínticos e moderadamente e imperfeitamente drenados e moderadamente drenados e Plintossolos.

Grupo 5. **Solos com muito baixo potencial** não são adequados para o cultivo da pimenteira-do-reino por apresentarem muitas limitações como, pequena profundidade efetiva, pedregosidade, relevo forte ondulado, condições físicas e/ou químicas desfavoráveis e rendimentos baixos que, para serem obtidos, exigem investimento muito alto. Deste grupo fazem parte, principalmente, as seguintes classes: Neossolos Litólicos (Litossolos), Neossolos Flúvicos (Solos Aluviais), Plintossolos, Argissolos (Podzólicos) raso e/ou pedregoso, Planossolos, Gleissolos, Gleissolos sálicos.

Na escolha dos solos para o cultivo da pimenteira-do-reino o conhecimento das suas características físicas e químicas e qualidades são de extrema importância para o sucesso do empreendimento. Vale ressaltar que, enquanto as características químicas dos solos

podem ser modificadas com adubações e corretivos, a correção das propriedades físicas não oferece a mesma facilidade, porque sua modificação exige grande dispêndio de tempo e recursos financeiros.

Alguns aspectos importantes relativos à capacidade de uso da terra para cultivo da pimenteira-do-reino são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Parâmetros edáficos para avaliação da capacidade de uso de terras para cultivo da pimenteira-do-reino

Parâmetros	Características de adequabilidade	
	Favorável	Desfavorável
<b>Profundidade efetiva</b>	maior que 120 cm	menor que 75 cm
<b>Textura</b>	argilosa/média, muito argilosa + estrutura forte granular	arenosa/muito argilosa
<b>Estrutura</b>	fraca / moderada ou forte granular	sem estrutura
<b>Consistência</b>	muito friável / friável	muito firme
<b>Permeabilidade</b>	moderada	rápida/lenta
<b>Regime de Umidade</b>	úmido	seco/molhado
<b>Drenagem</b>	boa	moderada/excessiva
<b>Relevo</b>	plano/suave ondulado	ondulado / forte ondulado / montanhoso
<b>Declividade</b>	0 - 8 %	> 20%
<b>Pedregosidade</b>	não pedregoso	pedregoso/muito pedregoso
<b>Compactação</b>	Ausente	adensamento/compactação
<b>Concreção</b>	Ausente	comum/muito

Fonte: Embrapa Amazônia Oriental

A elevada exigência nutricional da pimenteira-do-reino associada ao fato de ser cultivada no Brasil em solos que, na grande maioria, são de baixa fertilidade natural, conduz à necessidade de aplicação de fertilizantes para garantir crescimento vigoroso e produtividade elevada. A adubação inadequada da cultura, sem base em critérios técnicos, pode causar prejuízos ao produtor, seja pela obtenção de produtividades menores causadas por desequilíbrios nutricionais, seja pelo gasto excessivo com adubos.

Para evitar esse problema, é imprescindível que sejam efetuadas coletas periódicas de amostras de solo e da planta (folha) para determinação da fertilidade do solo e do estado nutricional das pimenteiiras, com vistas à indicação de calagem e adubação. Através desses resultados serão dadas sugestões de adubação para as fases de formação e de produção da pimenteira-do-reino.

Na impossibilidade de ser efetuada a análise de folhas, é possível em algumas situações, identificar a necessidade de correção de um determinado nutriente, através dos sintomas visuais de deficiência. Na Tabela 3 estão descritos os sintomas causados pelas

deficiências de macro e micronutrientes. enquanto nas Fig. 1, 2 e 3 são mostrados sintomas de deficiência visual para nitrogênio, magnésio e manganês, respectivamente.

**Tabela 3.** Sintomas de carências nutricionais e teores de macro e micronutrientes em plantas de pimenteira-do-reino.

Nutriente	Sintomas de carência nutricional
Nitrogênio - N	No início, as folhas mostram leve amarelecimento no limbo, pecíolo e nervuras. Depois todas as partes clorofiladas adquirem forte tonalidade amarela ou, às vezes, alaranjada. As folhas velhas apresentam inicialmente, coloração verde-amarelada, distribuída uniformemente no limbo, pecíolo e nervuras que, depois, torna-se generalizada. O crescimento das plantas é paralisado, com caules finos e cloróticos. A floração torna-se escassa e os frutos mostram desenvolvimento lento. Caso a deficiência persista a planta deixa de crescer, definha e morre.
Fósforo - P	As plantas apresentam caules finos e recurvamento para cima, das folhas mais novas e, posteriormente, das mais velhas, sendo estas pequenas e estreitas. Observa-se, também, coloração verde-azulada com tons purpúreos na face superior do limbo e aspereza ao tato. Quando a deficiência começa a se manifestar, as folhas maduras mostram acentuada coloração verde escura, tendendo para o verde azulado ou purpúreo na face superior do limbo. Em casos severos o crescimento da planta paralisa. As brotações terminais morrem.
Potássio - K	As folhas mais velhas apresentam-se deformadas, com início de clorose no ápice, evoluindo para a base. Com o agravamento da clorose observa-se o início de necrose nas margens e pontas das folhas mais velhas e, a seguir, nas folhas novas, todas adquirindo consistência quebradiça. O ápice da folha apresenta pequena necrose de coloração escura, que vai se estendendo até atingir um quarto ou um terço do limbo. A porção proximal da folha continua com a coloração verde escuro. Separando a parte necrosada do restante verde, distingue-se uma listra tênue de tecido amarelo claro.
Cálcio - Ca	No início observa-se leve amarelecimento das folhas mais novas, com pequenas manchas necróticas na face superior das folhas mais velhas. Com o avanço da deficiência surgem manchas necróticas nas bordas das folhas. Na parte basal das folhas ocorre uma coloração amarelo-pálido, com pequenas manchas necróticas, semelhantes a pequenas pontuações. O verde normal cede lugar para um verde mais pálido. Os sintomas iniciais mais típicos parecem ser pequenas e numerosas manchas pardas e necróticas, que se desenvolvem na face superior das folhas maduras, sendo cada uma dessas manchas envolvida por um halo amarelo.
Magnésio - Mg	Inicialmente as folhas mais velhas apresentam amarelecimento e clorose internerval, com uma faixa estreita de tecido verde, permanecendo ao longo das nervuras. A seguir, parte das margens aparece necrosada. Sob condições de campo, em pimentais adultos, pode ocorrer clorose, pouco evidente nas folhas novas, mas atingindo áreas progressivamente mais extensas nas folhas maduras, de coloração amarelo-limão brilhante iniciando-se no ápice, ou no meio da folha. Os sintomas são mais nítidos nas folhas maduras, caracterizando-se por manchas amarelas internervais, de forma oval. O reticulado das nervuras terciárias não se apresenta distinto. Uma faixa estreita de tecido verde permanece distinta ao longo das nervuras, apresentando forte contraste com as partes amareladas do tecido. A largura da faixa verde varia com o grau da deficiência. A área de tecido verde coalesce próximo à porção apical da folha onde a nervura principal junta-se com outras.

Enxofre - S	Os sintomas mais característicos de deficiência de enxofre aparecem nas folhas mais novas, as quais apresentam coloração visualmente semelhante a das folhas com carência de N, além de pequena necrose na extremidade. As folhas adquirem coloração amarelo pálido e caem pouco depois. O definhamento da planta acentua-se até a morte.
Boro - B	Os sintomas caracterizam-se por um amarelecimento partindo do centro para as pontas das folhas mais novas. Posteriormente, observa-se a formação de gemas terminais, com reduzido desenvolvimento, e manchas escuras entre as nervuras e margens das folhas. Algumas folhas mais novas apresentam-se encurvadas para baixo e com aspecto de roseta
Cobre - Cu	O primeiro sinal de deficiência é a ocorrência de folhas novas com coloração verde-pálida entre as nervuras. Com a intensificação do sintoma, as folhas apresentam uma pequena distorção, ficando estreitas, voltadas para baixo, com manchas necróticas nos bordos e tamanho reduzido em relação à folha sadia.
Ferro - Fe	No início observa-se clorose generalizada nas folhas novas, semelhante à deficiência de Mn. Com a evolução do sintoma, as folhas evidenciam uma coloração amarelo-pálido e esbranquiçado. As folhas ficam amareladas conservando o verde vivo nas nervuras.
Manganês - Mn	O sinal inicial da carência é o amarelecimento das folhas novas com faixas de tecido verde circundando a nervura mediana e as nervuras principais, com alguma semelhança à deficiência de Mg. À medida que aumenta a carência, a folha torna-se mais amarela e, em seguida, esbranquiçada, com necrose na ponta ou na borda e com pequena redução no tamanho.
Zinco - Zn	O sintoma característico ocorre nas folhas novas, com uma lâmina muito reduzida na largura, em relação ao comprimento, ou seja, folhas estreitas e alongadas. Ocorre também clorose generalizada da folha e na planta, e redução dos internódios.

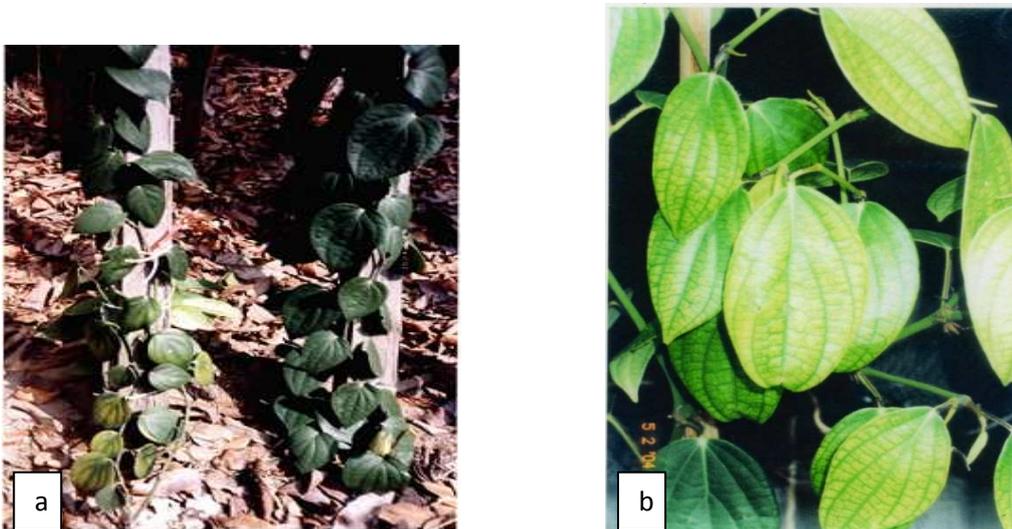
Fonte: Embrapa Amazônia Oriental



**Fig. 1.** Folhas de pimenteira-do-reino apresentando intensidade progressiva de sintomas de deficiência de nitrogênio em comparação com folhas sem sintomas (Fotos: Oliveira, R. F.)



**Fig. 2.** Folhas de pimenteira-do-reino apresentando intensidade progressiva de sintomas de deficiência de manganês comparadas com folhas sem sintomas (Fotos: Oliveira, R. F.)



**Fig. 3.** Folhas de pimenteira-do-reino apresentando sintomas de deficiência de magnésio (a) e de ferro (b) (Fotos: Oliveira, R. F.)

A elevada exigência nutricional da pimenteira-do-reino, associada ao fato de ser cultivada em solos que, na grande maioria, são de baixa fertilidade natural, resulta na necessidade de aplicação de fertilizantes e corretivos para garantir o crescimento vigoroso e a produtividade elevada. Porém, a adubação da cultura, freqüentemente tem sido efetuada sem levar em consideração critérios técnicos, o que pode causar prejuízos aos produtores pela obtenção de menores produtividades, acarretadas por eventuais desequilíbrios nutricionais ou, mesmo, pelo gasto excessivo com adubos.

Embora a prática da adubação seja comum no cultivo da pimenteira-do-reino, os resultados de pesquisas nas áreas de fertilidade do solo e nutrição de plantas, para a cultura, ainda não estão bem definidos.

No Pará, as primeiras pesquisas com adubação da cultura de pimenta-do-reino foram realizadas por Albuquerque & Condurú (1971) que conduziram em Latossolo Amarelo textura média, bastante explorado, um ensaio com adubação N, P e K, combinada ou não,

com calcário e com matéria orgânica. Após o terceiro ano de cultivo, a adubação foi estabilizada recebendo, cada planta, 160 g de N, 687 g de  $P_2O_5$  e 216 g de  $K_2O$ . Nos tratamentos com calagem, foram aplicadas 400 g de calcário por planta e, onde foi utilizada matéria orgânica, a dose foi de 20 kg de esterco de curral ou 3 a 4 kg de torta vegetal. Os resultados evidenciaram que não houve efeito da adubação isolada com N, P e K, na qual a produtividade de pimenta foi muito baixa e, praticamente, igual à obtida no solo sem qualquer adubação, onde foi observada uma média de 32 g de pimenta seca por pimenteira, nos três primeiros anos de produção. Nesse mesmo período, as produtividades médias, para as aplicações exclusivas de calcário e de matéria orgânica, foram de 86 g e de 223 g, respectivamente. A adubação com N, P e K mostrou efeito positivo no aumento da produtividade, quando combinada com calcário e matéria orgânica, com produtividade média de três colheitas, de 994 g de pimenta seca, por pimenteira.

No trabalho conduzido por Couto et al (1982), no Município de Tracuateua, Pará, em solo do tipo Areia Quartzosa, observou-se que no segundo ano de cultivo, a maior produtividade de pimenta preta, de 566 g/planta, foi obtida com a aplicação de 80, 60 e 60 kg/ha de N,  $P_2O_5$  e  $K_2O$ , respectivamente. Com essas doses, as quantidades aplicadas, por planta, foram de 50 g de N, 38 g de  $P_2O_5$  e 38 g de  $K_2O$ . No primeiro ano de cultivo as plantas receberam 500 g de calcário, em cobertura.

Veloso et al. (2000) conduziram um experimento de adubação com N, P e K para três cultivares de pimenteira-do-reino, na Transamazônica, no Município de Senador José Porfírio, Pará, em Latossolo Amarelo, textura franco-argilo-arenosa. A análise do solo da área experimental indicou: 4,9 de pH em água, 1,9  $cmol/dm^3$  de Al trocável, 5,4  $cmol/dm^3$  de H+Al, 0,5  $cmol/dm^3$  de Ca trocável, 0,2  $cmol/dm^3$  de Mg trocável, 1,3  $mg/dm^3$  de P, 60  $mg/dm^3$  de K e 16,9 g/kg de matéria orgânica. Além da adubação com N, P e K, as plantas receberam 500g de calcário dolomítico, aplicado em anos alternados, e 10 L de esterco de curral, adicionado anualmente. Segundo os autores, as cultivares apresentaram resposta diferenciada de produção, sendo que a produção ótima foi considerada como 90% da máxima obtida. A análise de regressão possibilitou estimar que, no terceiro ano de cultivo, as melhores respostas para a adubação nitrogenada foram obtidas com a aplicação de 54 g de N/planta, para a cultivar Cingapura e, de 58 g de N/planta, para a Bragantina, com rendimentos de pimenta preta de 2,025 e 2,614 kg/planta, respectivamente. Somente a cultivar Guajarina respondeu à adubação fosfatada, com dose ótima de 35 g de  $P_2O_5$ /planta e produtividade de 2,549 g/planta. As doses ótimas de potássio, em gramas de  $K_2O$ /planta, foram de 10 g, para a cultivar Bragantina, com produtividade de 1,685 g/planta, 16 g para a Guajarina, com 2,550 g/planta e, 32 g para a Cingapura, que produziu 1,896 g/planta.

Em um Latossolo Amarelo, textura média de Porto Velho, RO, com as características químicas de pH 3,5; 4,4  $cmol/dm^3$  de Al trocável; 2,0  $cmol/dm^3$  de Ca+Mg trocáveis; 1,0

mg/dm<sup>3</sup> de P; 45 mg/dm<sup>3</sup> de K, Lopes et al. (dados não publicados) conduziram um experimento testando níveis de adubação com N, P e K em três cultivares de pimenta-do-reino. Na cova de plantio as plantas receberam 117 g de calcário dolomítico e 10 L de esterco de curral, este repetido anualmente. A cultivar Guajarina, no segundo ano de produção, alcançou produtividade de pimenta preta de 5,0 kg/planta, com aplicação de 90, 22,5 e 22,5 g/planta de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente. Nesse mesmo ano, a cultivar Cingapura produziu 3,3 kg/planta e a Bragantina, 3,9 kg/planta, quando receberam, respectivamente, 90, 68 e 68 g/planta de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O.

Em experimento com aplicação de N, P e K em pimenteira-do-reino, conduzido por Chepote et al. (1986), no Sul da Bahia, os nutrientes foram aplicados em três níveis, com intervalos de 100, 120 e 80 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, nas formas de uréia, superfosfato triplo, e cloreto de potássio. As doses dos macronutrientes foram fracionadas, sendo 1/3 no primeiro ano, 2/3 no segundo e o total, a partir do terceiro ano de plantio. Foram incluídos, também, tratamentos centrais, com N, P, K onde foram aplicados, separadamente, calcário dolomítico, micronutrientes (FTE) e torta de mamona. Nesses tratamentos adicionais aplicou-se 1,0 t/ha de calcário dolomítico, no primeiro ano, torta de mamona, nas doses de 1,6 t/ha no primeiro ano e 3,2 t/ha, anualmente, a partir do segundo ano e FTE, na dose de 48 kg/ha anualmente, a partir do primeiro ano. Na amostra do solo, retirada na profundidade de 20 cm, da área onde foi instalado o experimento, os resultados da análise química foram 4,6 de pH; 1,0 cmol/dm<sup>3</sup> de Al; 1,2 cmol/dm<sup>3</sup> de Ca e 0,4 cmol/dm<sup>3</sup> de Mg trocáveis, e 23 e 1,0 mg/kg, respectivamente, de K e P.

Os dados de produção, relativos ao período de quatro anos, evidenciaram efeitos significativos para aplicação de tratamentos. Os autores constataram que a omissão de fósforo, na presença de 100 e 80 kg de N e K<sub>2</sub>O, respectivamente, proporcionou produções semelhantes às da testemunha, porém, inferiores às obtidas quando se aplicou o dobro daquelas doses. Também as omissões do potássio ou do nitrogênio provocaram reduções nas produções, porém de menor grandeza.

A tendência de resposta para o fósforo, em ambas as situações, mostrou as maiores respostas especialmente quando se aplicaram doses mais elevadas de N e K<sub>2</sub>O. No caso do nitrogênio, as maiores produções foram obtidas quando se aplicaram 100 kg de N, na presença de 240 e 160 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, enquanto para o potássio, as maiores produções foram observadas com aplicação de 160 kg de K<sub>2</sub>O, na presença das maiores doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Quanto aos tratamentos adicionais, foram verificados aumentos de diferentes grandezas, quando associados aos tratamentos centrais com menores doses de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O. Entretanto, esses aumentos foram inferiores nos tratamentos centrais, em que se aplicou o dobro das doses de N, P e K. A torta de mamona teve efeito mais

substancial quando associada com as doses maiores de N, P e K, ao passo que os micronutrientes tiveram um efeito depressivo na produção de pimenta.

Houve resposta à calagem na presença do tratamento com 100, 120 e 80 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, que correspondem, respectivamente, a 62, 75 e 50 g de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O por planta. Com a aplicação dessas doses, a produtividade média de pimenta preta, do 4º, 5º e 6º anos de cultivo, foi de 3,97 kg/planta, sem calcário, e de 4,95 kg/planta quando combinada com a calagem. Nesse mesmo período o rendimento médio do tratamento sem qualquer adubação, foi de 2,26 kg/planta. A recomendação dos autores para as condições edafoclimáticas similares às da região Sul da Bahia, dependendo do custo dos fertilizantes, corresponde a 62, 150 e 100 g/planta de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente.

A continuidade da adubação nos pimentais tende a aumentar os teores dos nutrientes no solo, principalmente de fósforo, cujo efeito residual tem se mostrado mais prolongado, podendo ser encontrados teores de 50 mg de P/dm<sup>3</sup>, na camada de 0 a 20 cm, em cultivos que deixaram de ser adubados há quatro anos (Neves et al., 1981). Chepote et al. (1986) verificaram que, seis anos depois do plantio das pimenteiras, os teores médios de fósforo na camada de 0 a 20 cm, eram de 25 e 43 mg/dm<sup>3</sup>, para os tratamentos com aplicações médias anuais de 62,5 e 125 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/planta. Desse modo, a resposta da pimenteira-do-reino, em pimentais já formados, dependerá do nível em que se encontram os nutrientes no solo.

Em dois experimentos de adubação N, P e K conduzidos por Oliveira & Cruz (2001) e Oliveira et al. (2002), em pimentais adultos com elevados teores de fósforo no solo, nos municípios paraenses de Tomé-Açu e Castanhal, não houve resposta ao nutriente por dois anos consecutivos. Os teores médios de fósforo do solo nesses pimentais, antes da aplicação dos tratamentos, eram de 260 e 129 mg/dm<sup>3</sup>, para os ensaios de Tomé-Açu e de Castanhal, respectivamente.

Muito embora as pimenteiras necessitem de grandes quantidades de potássio (Kato, 1978), aparentemente, as plantas apresentam alta eficiência de absorção deste nutriente, pois, mesmo em condições de teores baixos no solo, ainda podem ser obtidas produtividades consideradas altas. Chepote et al. (1986), em um experimento no Sul da Bahia, obtiveram produtividade média de pimenta preta de 3,40 kg/planta, durante três anos de cultivo, em tratamento sem aplicação de potássio, mas com aplicação de 62 e 75 g/planta de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente. O solo apresentava baixo teor de potássio trocável, com 23 mg/dm<sup>3</sup>, no início do ensaio e 32 mg/dm<sup>3</sup> no final, após seis anos de cultivo. Em Tomé-Açu, também não foi encontrada resposta à adubação, em pimental adulto, cultivado em área que apresentou baixo teor de potássio no solo, no primeiro ano de condução do ensaio, como relatado por Oliveira & Cruz (2001). Nesse primeiro ano, as produtividades médias de pimenta preta, nos tratamentos sem a aplicação de um dos nutrientes, foram

altas e corresponderam a 4,7; 4,8 e 4,7 kg/planta, para nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente. O teor de potássio no solo, na zona de adubação, era de 18 mg/dm<sup>3</sup>, enquanto o de fósforo era de 260 mg/dm<sup>3</sup>. No segundo ano de aplicação dos tratamentos houve resposta à adubação potássica, sendo estimada a dose de 123 g de K<sub>2</sub>O/planta para a obtenção da produção ótima de pimenta preta, correspondente a 3,66 kg/pimenteira. No segundo ano também foi constatada resposta linear ao nitrogênio, até a mais alta dose aplicada, que foi de 130 g de N/planta. Nos dois anos de condução desse experimento as pimenteiras não receberam adubo orgânico.

No experimento conduzido por Oliveira et al. (2002), em pimental adulto, no município de Castanhal, onde o solo da zona de adubação apresentava teor médio de potássio (77 mg/dm<sup>3</sup>), no início do experimento, não houve resposta à aplicação de cloreto de potássio, nos dois anos de cultivo, à semelhança do que ocorreu com a adubação fosfatada. Quanto ao nitrogênio, os autores constaram efeito positivo, tanto para aumento do volume de copa, quanto para aumento de produtividade, com destaque para o segundo ano de condução da pesquisa, correspondente ao sexto ano de cultivo do pimental. Neste ano, a produção máxima de pimenta preta, indicada pela regressão, foi de 5,03 kg/planta com a dose de 75 g de N/planta, sendo a dose necessária à obtenção da produção ótima (90% da produção máxima) estimada em 32 g de N/planta, para se atingir 4,53 kg de pimenta preta/planta. Deve-se ressaltar que, além da adubação química, as pimenteiras receberam adubação orgânica, nos dois anos de condução do ensaio. Nesse trabalho os autores reportaram a perda de potássio, por lixiviação, até a camada mais profunda amostrada (40 a 50 cm), na zona de adubação das pimenteiras, e enfatizaram a necessidade do parcelamento das adubações potássica e nitrogenada, para evitar esse tipo de perda.

Para seis décadas de cultivo da pimenta-do-reino no Pará e em outros Estados do Brasil, o número de trabalhos de pesquisa, encontrado na literatura, é insignificante em relação a sua importância social e econômica. Para estimular o uso mais racional de fertilizantes e corretivos nessa especiaria é imprescindível a obtenção de novos conhecimentos, levando-se em consideração a larga experiência dos pipericultores adquirida, ao longo das seis décadas de cultivo da cultura, no Estado do Pará. Para tanto, sugere-se a condução de uma rede de experimentos para os principais solos utilizados para cultivo da pimenteira-do-reino, no Estado, tais como:

- ◆ Determinação de doses econômicas de N, P e K.
- ◆ Determinação do efeito residual de P e K.
- ◆ Parcelamento de doses de N e K.
- ◆ Eficiência de fontes de P.

- ◆ Determinação do efeito da calagem.
- ◆ Determinação do efeito e de modos e de aplicação de micronutrientes.
- ◆ Determinação da eficiência da adubação foliar.
- ◆ Determinação de doses e eficiência de fontes de matéria orgânica.

### **Literatura Citada**

ALBUQUERQUE, F. C. de; CONDURÚ, J. M. P. Cultura da pimenta-do-reino na Região Amazônica. Belém: IPEAN, 1971. 149p. (IPEAN. Série Fitotecnia, v.2 (3).

CHEPOTE, E. R.; SANTANA, C. J. L. de; SANTOS, R. N. dos. Resposta da pimenta-do-reino a fertilizantes no sul da Bahia. Revista Theobroma 16 (4): 233 – 242. 1986. Centro de Pesquisa do Cacau, Ilhéus, Bahia.

COUTO, W. S.; KATO, A. K.; MATOS, A. de O. Adubação mineral da pimenta-do-reino, (*Piper nigrum* L.) em Latossolo do Nordeste Paraense. Belém: EMBRAPA – CPATU, 1982. 3p. (EMBRAPA – CPATU. Pesquisa em Andamento, 64).

KATO, A. K. Teor e distribuição de N, P, K, Ca e Mg em pimenteiras-do-reino (*Piper nigrum* L.). Piracicaba: 1978. 75p. (Tese Mestrado).

NEVES, A. D. S.; PEREIRA, G. C.; MORAES, F. I. O.; CAMPOS, A. X. de. Nível atual de fertilidade dos solos de pimentais decadentes. Itabuna, Seplan, 1981. 10p. (CEPLAC. Boletim Técnico, 87).

OLIVEIRA, R. F. de; CRUZ, E. de S. Efeito da adubação NPK na nutrição e produtividade da pimenta-do-reino, no município de Tomé-Açu, Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 22p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa, 32).

OLIVEIRA, R. F. de; CRUZ, E. de S.; MOURÃO JR., M. Efeito da adubação NPK na produtividade, nutrição e sanidade da pimenta-do-reino, em Castanhal, PA. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 34p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 10).

VELOSO, C. A. C.; CARVALHO, E. J. M.; MALAVOLTA, E.; MURAOKA, T. Resposta de cultivares de pimenta-do-reino aos nutrientes N, P, K em um Latossolo Amarelo da Amazônia Oriental. Cientia Agrícola, v. 57, n.2, p.343-347, abr/jun. 2000.