



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA DE PROGRAMAS ESPECIAIS

ALUNO (A): Débora Silva Sales

CURSO: Agronomia

PROGRAMA: (X) **PIBIC** () **PIC** () **PIBIC-EM**

ORIENTADOR (A): Fernando José Freire

DEPARTAMENTO/UNIDADE ACADÊMICA:

RELATÓRIO: () PARCIAL (X) FINAL

TÍTULO DO PROJETO:

Fertilização de boro via estipe em coqueiro: prospecção de doses e fontes

**RECIFE – PE
SETEMBRO 2022**

1. RESUMO

O coqueiro é uma cultura que apresenta alto potencial produtivo em sistemas irrigados de solos arenosos, no entanto, sua produtividade tem sido limitada pela deficiência de boro (B) nesse tipo de solo. Essa deficiência vem sendo, geralmente, corrigida pela aplicação via solo ou axila foliar. No entanto, aplicação via solo favorece perdas de B por lixiviação, enquanto que via axila foliar, a aplicação é demorada e operacionalmente difícil, em virtude do porte elevado do coqueiro. Neste sentido, a aplicação do B diretamente no xilema via estipe, usando a técnica da endoterapia, pode ser uma alternativa promissora. Entretanto, há pouca informação sobre que fontes de B utilizar e que quantidade, quando se optar pela aplicação via estipe. Portanto, é necessário quantificar doses adequadas e conhecer que fontes de B podem ser melhor utilizadas nessa forma de aplicação. Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar o comportamento da aplicação de quantidades crescentes de B, utilizando-se diferentes formas e fontes de aplicação sob a nutrição boratada de plantas de coco, além de avaliar o rendimento e qualidade da água do fruto do coqueiro. O ensaio foi realizado em uma fazenda produtora de coco da região Platô de Neópolis, em Sergipe. Os tratamentos consistiram de cinco doses de B (2; 4; 6; 8 e 10 g planta⁻¹), utilizando-se bortrac como fonte de B, duas formas de aplicação (via estipe e solo) e duas testemunhas adicionais (sem aplicação de B; aplicação de B como ácido bórico via solo). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial (5 x 2) + 2 com quatro repetições. A aplicação de B utilizando ácido bórico foi realizada utilizando uma dose única de 5 g planta⁻¹. Para aplicação do B via estipe foi utilizado à técnica da endoterapia, onde os estipes foram perfurados com furadeira de impacto, com posterior instalação de cateter comercial, sendo a aplicação das doses no xilema realizada por meio de uma seringa. As variáveis analisadas foram: Número de folhas, inflorescência, frutos, teor de B na folha, volume de água, pH, acidez e sólidos solúveis da água de coco. Os resultados evidenciam que as doses 8 e 10 g planta⁻¹ de B aplicado via estipe proporcionam maior período residual de B na folha ao longo do tempo, sendo a forma mais recomendada. A aplicação de B via solo com a fonte bortrac só é viável com doses superiores a 6 g planta⁻¹, sendo também fonte mais indicada do que ácido bórico. Constatou-se efeito positivo da aplicação de B via estipe na fonte bortrac em pequenas doses, como 2 g planta⁻¹, sugerindo que essa forma e fonte de aplicação são promissoras para alavancar a produtividade dos coqueirais cultivados em solos arenosos deficientes de B.

1. INTRODUÇÃO

O coqueiro (*Cocos nucifera* L) é uma das frutíferas mais difundidas em todo o globo, destacando-se principalmente por sua adaptabilidade e versatilidade, podendo o coco ser utilizado, desde o consumo in natura, até nos mais variados produtos industriais. O Brasil é um dos principais produtores da cultura, sendo bastante produzida em regiões com solos arenosos e intensa radiação solar. Isso limita sua produtividade, principalmente devido a deficiências nutricionais decorrentes da pobreza química dos solos arenosos (PORTELA et al., 2015; ALVES et al., 2018).

Assim, a deficiência de B é um dos fatores limitantes na produção do coqueiral, pois sua falta prejudica desde ao crescimento radicular até a floração, frutificação, transporte de açúcares e produção (MOURA et al., 2013; KANZARIA et al., 2017). A correção da deficiência é realizada, de forma geral, por meio da aplicação de fertilizantes boratados nas axilas foliares ou via solo (PINHO, 2008). No entanto, o manejo nutricional de B constitui um desafio, considerando que o cultivo é realizado majoritariamente em solos arenosos, que apresentam menor capacidade de adsorção e baixa quantidade de matéria orgânica. Concomitantemente, em virtude do elemento ser encontrado na forma de H_3BO_3 (não dissociada neutra), é facilmente lixiviado para camadas mais profundas de solo, fora do alcance das raízes, reduzindo sua disponibilidade para às plantas, sobretudo após altos índices pluviométricos ou irrigação. Assim, as aplicações via solo se tornam menos eficientes porque as perdas são elevadas e podem chegar a 90% (SOUTH AMERICAN SCIENCES, 2022). No caso das aplicações via axila foliar, apenas as plantas jovens são contempladas nesse tipo de manejo, que é operacionalmente muito difícil de ser executado em coqueiros adultos devido ao porte elevado das árvores.

Neste contexto, a busca por uma nova forma de aplicação que promova maior eficiência de aproveitamento do B é primordial para garantir o sucesso dos sistemas de produção de coco. A endoterapia é uma técnica utilizada para aplicação de produtos fitossanitários diretamente no xilema da planta, que permite a translocação no fluxo da seiva por meio dos vasos condutores (MONTECCHIO et al., 2013; FERREIRA et al., 2015; MOURA, 2019). Na cultura do coqueiro, por exemplo, utiliza-se o fungicida ciproconazole para controle de doenças foliares (MOURA, 2019). Todavia, estudos com aplicação de nutrientes ainda são escassos. Alguns trabalhos demonstraram uma melhor eficiência da injeção de nutrientes no estipe ou caule quando comparada a métodos tradicionais, como é o caso da aplicação de ferro (Fe) em tamareiras (MOHEBIA, 2010; SALEH et al., 2016); Injeção de solução nutritiva em palma de óleo, mangueira e videira (OERKE et al., 2010; SHAABAN, 2009), onde os autores demonstraram maior crescimento e/ou produtividade das culturas, associado a utilização de menores quantidades do nutriente, além de promover melhoria na

qualidade de frutos em relação ao teor de sólido solúveis, pH, açúcares redutores e acidez (SHAABAN, 2009).

Entretanto, fertilização em coqueiro via estipe, sobretudo com aplicação de B, ainda não foi publicada. Rajaratnam et al. (1973) estudou aplicação, absorção e translocação de diferentes fontes de B em palma de óleo. Segundo relatos dos autores, a aplicação no estipe resultou em rápida absorção em comparação com os outros métodos, mas apresentou curta duração. Neste sentido, são necessários estudos com o emprego deste nutriente aplicado via estipe na cultura do coqueiro, principalmente em solos arenosos deficientes em B.

O Platô de Neópolis em Sergipe é uma região que se destaca na produção de coco, no entanto, os solos arenosos com expressivas deficiências de B tem limitado a produtividade. A aplicação de B via solo é a forma empregada na região, porém não tem sido eficiente. Assim, estudar outras formas de aplicação de B nessa região, como via estipe, por exemplo, poderá ser uma alternativa promissora que elevem os níveis de produtividade em virtude da eficiência dessa forma de aplicação.

2. OBJETIVOS

a. Geral

O objetivo deste trabalho foi estudar o comportamento da aplicação de quantidades crescentes de B, utilizando-se diferentes formas e fontes de aplicação sob a nutrição borratada de plantas de coco, além de avaliar o rendimento e qualidade da água do fruto do coqueiro.

b. Específicos

- Avaliar o estado nutricional de B em plantas de coqueiro, e indicar sua faixa de suficiência para a região;
- Indicar qual a dose de B que proporciona maior produtividade do coqueiro;
- Indicar qual dose de B proporciona maior qualidade da água do coqueiro;

3. METODOLOGIA

3.1. Local do ensaio

O experimento está sendo conduzido na Fazenda União Fruticultura, localizada no município de Neópolis-SE, localizado no Platô de Neópolis. Conforme a classificação de Köppen, o clima da região é caracterizado como tropical chuvoso com verão seco (As) e precipitação pluvial em torno de 1200 mm anuais, com chuvas concentradas nos meses de abril a setembro. O solo da área experimental é Neossolo Quartzarênico (ARAÚJO FILHO et al., 1999).

3.2. Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos consistiram de cinco doses de B (2; 4; 6; 8 e 10 g planta⁻¹), utilizando-se bortrac como fonte de B, duas formas de aplicação (via estipe e solo) e duas testemunhas adicionais (sem aplicação de B; aplicação de B como ácido bórico via solo). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial (5 x 2) + 2 com quatro repetições. A aplicação de B utilizando ácido bórico foi realizada utilizando uma dose única de 5 g planta⁻¹. Essa é uma dose padrão recomendada pela Embrapa (Tabuleiros Costeiros).

Para a aplicação do B via estipe, os estipes foram perfurados com furadeira de impacto, a 50 cm de altura do nível do solo, em ângulo de 45°, com posterior instalação de cateter comercial, sendo a aplicação das doses no xilema realizada por meio de uma seringa. As doses via estipe estão sendo parceladas em três aplicações anuais, com intervalo de quatro meses entre as aplicações.

3.3. Avaliações

a) Teores de boro na folha diagnose

Aos 15, 30, 60 e 90 dias após cada aplicação das doses de B vêm sendo coletadas amostras foliares de cada tratamento. A amostragem consiste em oito folíolos, quatro de cada lado da parte central da folha diagnose (folha 14), utilizando os 10 cm centrais dos folíolos (SALDANHA et al., 2015). Os folíolos estão sendo secos em estufa de circulação forçada de ar a 70 °C, até peso constante. Em seguida, moídos em moinho e determinado os teores de B (SILVA, 2009).

b) Nível crítico e faixa crítica do teor foliar de B

Ao final dos dois anos de produção, com base nos modelos de regressão selecionados para produtividade em função das doses de B via estipe, serão calculadas as doses necessárias para atingir 90% e 100% da produção máxima (dose de máxima eficiência econômica – DMEE, e dose de máxima eficiência agrônômica - DMEA).

c) Fenologia

Número de folhas vivas

Avaliação baseada no número de folhas verdes e adultas com mais de 50% da folha aberta.

Número de inflorescência emitida

Avaliação conforme o surgimento do eixo da espata.

d) Mensurações no fruto

● Número de frutos totais

Contagem do número de frutos de todos os cachos da planta.

e) **Produtividade**

- **Produtividade (número de frutos)**

A produtividade será calculada em função do número médio de frutos colhidos por planta por ano.

- **Produtividade (volume de água)**

A produtividade será obtida com o auxílio de uma proveta graduada em mililitros, mensurando-se o volume de água nos frutos.

f) **Avaliações da qualidade da água de coco**

- **pH da água**

Determinado por potenciometria em eletrodo de vidro, em pHmetro digital, de acordo com as técnicas descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (ZENEBOON et al., 2008).

- **Acidez titulável (ATT)**

Determinada por titulação da água de coco com uma solução de NaOH 0,1 mol L⁻¹. Os resultados foram expressos em porcentagem, conforme descrito nas normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (ZENEBOON et al., 2008).

- **Teores de sólidos solúveis (BRIX)**

Determinado com refratômetro portátil de acordo com as técnicas descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (ZENEBOON et al., 2008). Os resultados foram expressos em °Brix.

3.4. Análise dos dados

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade para efeitos qualitativos. Quanto às doses de B, foi aplicada análise de regressão polinomial, sendo escolhido o modelo de maior grau significativo e que possui coeficiente de determinação superior a 50%. Quando se comparou o efeito da aplicação de B sobre as testemunhas aplicou-se o teste de Dunnett a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram efetuadas pelo Software R.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao avaliar os teores de B na folha diagnose aos 30 dias após aplicação do fertilizante, foi observado resultados superiores para todas as doses de B quando a aplicação ocorreu via estipe (Tabela 1). Além disso, pequenas doses de B aplicadas via estipe, como 4 g planta⁻¹, já foram o suficiente para elevar os teores de B na folha acima do nível crítico de 24 mg kg⁻¹ proposto por

Holanda et al. (2007). Por outro lado, quando a fertilização foi realizada via solo, esse efeito só foi observado apenas na maior dose (10 g planta⁻¹). De forma geral, aos 60 e 90 dias a partir da dose 6 g planta⁻¹ a aplicação de B via estipe se destaca mais uma vez, evidenciando a eficiência desta forma de aplicação. Assim, esses resultados sugerem que a dose a ser aplicada via solo deve ser maior do que a estudada nesta pesquisa. Essa diferença na resposta entre as formas de aplicação pode ser justificada devido às perdas de B no solo, sobretudo devido a lixiviação, pois esse elemento apresenta alta mobilidade no solo decorrente da sua forma neutra (sem carga), induzindo a utilização de maiores quantidades do nutriente, enquanto que a aplicação via estipe por ser diretamente nos vasos condutores, as perdas são mínimas, conforme corrobora estes resultados. Pesquisa desenvolvida no Egito por Shaaban et al. (2009), reportaram que das plantas de mangueira fertilizadas por injeção no caule, apenas 5% da solução nutritiva foi o suficiente para promover a melhor resposta quando comparado a aplicação via solo.

Na perspectiva em manter o nível de boro acima do nível crítico (24 mg kg⁻¹) até o período de 90 dias, a aplicação via cateter, a partir da dose 8 g planta⁻¹, é a forma mais recomendada (Tabela 1).

Tabela 1. Teor de boro na folha do coqueiro antes da aplicação de boro (mg kg⁻¹) e aos 30, 60 e 90 dias após aplicação de boro via solo e estipe nas diferentes doses aplicadas

Forma de aplicação	Doses de boro (g planta ⁻¹)				
	2	4	6	8	10
0 dias					
Solo	16,79A	17,08A	16,72A	18,01A	19,39A
Cateter	18,08A	16,54A	20,46A	17,19A	18,83 A
30 dias					
Solo	15,84 B	17,56 B	20,31 B	22,99 B	28,99 B
Cateter	23,68 A	28,63A	34,71A	41,17 A	49,74 A
60 dias					
Solo	14,77 B	17,66 B	17,56 B	21,64 B	25,85 B
Cateter	21,69 A	22,74 A	30,03 A	36,58 A	41,37 A
90 dias					
Solo	15,50 A	16,22 A	14,54 B	18,22 B	19,5 B
Cateter	18,15 A	19,51A	23,19 A	25,87 A	30,71A

⁽¹⁾As doses de B (g planta⁻¹) foram parceladas em três aplicações anuais, utilizando-se bortrac como fonte de B. Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de F à 5% de probabilidade.

Avaliando o comportamento do teor de B na folha ao longo do tempo em função da aplicação do B via cateter, os dados se ajustaram ao modelo de regressão quadrática (Figura 1). Considerando o nível crítico de 24 mg kg^{-1} proposto por Holanda et al. (2007), as maiores doses (8 e 10 g planta^{-1}) proporcionam este teor de B na folha até aos 91 e 95 dias, respectivamente, ou seja, confere um maior período residual de B na folha. Este resultado também sugere um período aproximado para realização de uma nova fertilização. Entretanto, quando a aplicação ocorreu via solo, este teor de B na folha permaneceu até aos 76 dias e apenas quando se empregou a maior dose (10 g planta^{-1}), sugerindo que aplicação de B via solo deve ser empregado com doses maiores.

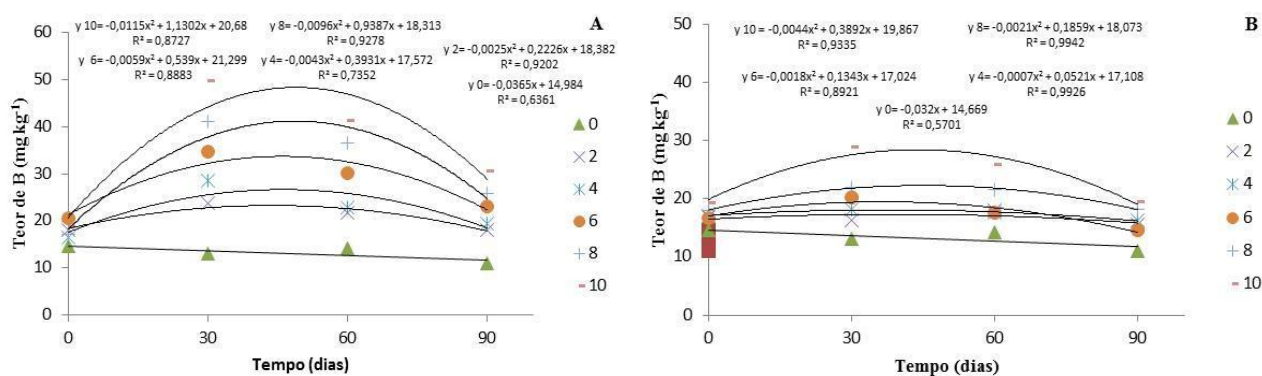


Figura 1. Comportamento do teor de B na folha (mg kg^{-1}) ao longo do tempo em função da aplicação do B via cateter (A) e via solo (B).

Ao estudar o efeito da aplicação de B via estipe e via solo, utilizando-se como fonte o bortrac sob o teor de B na folha comparativamente a aplicação de B via solo, empregando-se o ácido bórico, constatou-se que a aplicação via estipe foi responsável por proporcionar maiores teores de B na folha (Tabela 2). De forma geral, quando a forma de aplicação foi via solo, esse efeito só foi observado na dose 10 g planta^{-1} , evidenciando a eficiência da fertilização via estipe (Tabela 2). Além disso, este resultado demonstra que a dose 5 g planta^{-1} via solo na forma de ácido bórico empregado pelos produtores de Platô de Neópolis e demais regiões produtoras de coco é insuficiente para alavancar os níveis de B na folha.

Tabela 2. Teor de boro na folha (mg kg^{-1}) aos 30, 60 e 90 dias em função da aplicação de doses de boro via solo e estipe utilizando bortrac como fonte de B comparativamente à testemunha em que se aplicou B como ácido bórico via solo em dose única (5 g planta^{-1})

TRATAMENTOS	FORMA DE APLICAÇÃO	30	60	90
H₃BO₃ via solo (5 g planta⁻¹)		17,93	14,50	15,54
B (g planta⁻¹) ⁽¹⁾				
2	SOLO	15,84 ^{ns}	14,77 ^{ns}	15,50 ^{ns}
4		17,56 ^{ns}	17,66 ^{ns}	16,22 ^{ns}
6		20,13 ^{ns}	17,56 ^{ns}	14,54 ^{ns}
8		22,99 ^{ns}	21,64*	18,22 ^{ns}
10		28,47*	25,85*	19,51*
2	ESTIPE	23,68 ^{ns}	21,69*	18,15 ^{ns}
4		28,63*	22,74*	19,51*
6		34,71*	30,03*	23,19*
8		41,17*	36,58*	25,87*
10		49,74*	41,37*	30,71*

⁽¹⁾As doses de B (g planta^{-1}) foram parceladas em três aplicações anuais, utilizando-se bortrac como fonte de B. *Significativo pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade; ^{ns} Não significativo.

Quando se estudou o efeito da aplicação de B via solo e via estipe referente ao teor de B na folha comparativamente à testemunha (sem aplicação de B), constatou-se que independentemente dos períodos analisados e doses testadas, a aplicação via estipe promoveu os maiores teores. Quando a forma de aplicação foi via solo, essa resposta positiva do B só foi observada nas três maiores doses (6, 8 e 10 g planta^{-1}) (Tabela 3), evidenciando a eficiência da fertilização via estipe, e confirmando que a dose a ser aplicada via solo deve ser maior do que a estudada nessa pesquisa.

Tabela 3. Teor de boro na folha (mg kg^{-1}) aos 30, 60 e 90 dias em função da aplicação de doses de boro via solo e estipe comparativamente à testemunha sem aplicação de B (controle)

TRATAMENTOS	FORMA DE APLICAÇÃO	30	60	90
CONTROLE (SEM B)		13,11	12,30	10,95
B (g planta^{-1})⁽¹⁾				
2		15,84 ^{ns}	14,77 ^{ns}	15,50 ^{ns}
4		17,56 ^{ns}	17,66 ^{ns}	16,22 ^{ns}
6	SOLO	20,13 *	17,56 ^{ns}	14,54 ^{ns}
8		22,99 *	21,64*	18,22*
10		28,47 *	25,85*	19,51*
2		23,68 *	21,69 *	18,15 *
4		28,63 *	22,74*	19,51*
6	ESTIPE	34,71 *	30,03 *	23,19 *
8		41,17 *	36,58*	25,87*
10		49,74 *	41,37*	30,71*

⁽¹⁾As doses de B (g planta^{-1}) foram parceladas em três aplicações anuais, utilizando-se bortrac como fonte de B. *Significativo pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade; ^{ns} Não significativo.

Não houve diferença para o número de folhas e inflorescências em função da forma de aplicação de B (Tabela 4). Quanto ao pH e acidez total, apenas na dose 8 g planta^{-1} houve diferença entre as formas de aplicação. De forma geral, quando se considerou o número de frutos e os sólidos solúveis dos frutos, a melhor forma de aplicação foi via estipe, a partir da dose 6 g planta^{-1} . Outros estudos demonstraram que a melhor forma de aplicação de fertilizante foi via estipe/caule em tamareira, mangueira e videira, em comparação com a aplicação via solo (SHAABAN et al., 2009; ABDI e HEDAYA, 2010; MOHEBI et al., 2010; OERKE et al., 2010; SALEH et al., 2016). Shaban et al. (2009) concluíram que a forma de aplicação via caule (injeção) em videira promoveu a melhor resposta na qualidade da uva (sólidos solúveis, açúcares redutores e acidez), decorrente do melhor aproveitamento dos nutrientes em relação as plantas fertilizadas via solo.

Tabela 4. Número de folhas, inflorescência, frutos, volume de água, pH, acidez total e sólidos solúveis de água de coco em função da forma de aplicação de B (via solo e estipe) nas diferentes doses aplicadas

Forma de aplicação	Doses de boro (g planta ⁻¹) ⁽¹⁾				
	2	4	6	8	10
Número de folhas					
Solo	30 A	30 A	28 B	30 A	30 A
Estipe	30 A	31 A	30 A	31 A	30 A
Número de inflorescência					
Solo	2,5 A	2,2 A	2,2 B	2,4 A	2,2 A
Estipe	2,3 A	2,4 A	2,5 A	2,4 A	2,3 A
Número de frutos					
Solo	16 A	16 A	17 B	17 B	18 B
Estipe	17 A	18 A	20 A	25 A	23 A
Volume de água (mL)					
Solo	414 A	433 A	460 A	457 B	479 A
Estipe	448 A	462 A	484 A	508 A	465 A
Sólidos solúveis (°Brix)					
Solo	5,96 A	5,92 A	5,84 B	5,96 B	6,05 B
Estipe	5,98 A	6,11 A	6,06 A	6,34 A	6,29 A
pH					
Solo	5,18 A	5,32 A	5,20 A	5,11 B	5,29 A
Estipe	5,08 A	5,24 A	5,28 A	5,49 A	5,35 A
Acidez total (%)					
Solo	0,49 A	0,32 A	0,43 A	0,50 A	0,35 A
Estipe	0,55A	0,41 A	0,39 A	0,28 B	0,30 A

⁽¹⁾As doses de B (g planta⁻¹) foram parceladas em três aplicações anuais, utilizando-se bortrac como fonte de B. Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente pelo teste F à 5% de probabilidade.

Quando se estudou o comportamento do efeito da aplicação de doses de B via solo e estipe sob o número de frutos, sólidos solúveis, pH e acidez total da água de coco (Figura 2), observou-se que os dados de número de frutos ajustaram-se a equação linear crescente, sendo verificado

incremento no número de frutos quando se elevaram as doses de B, principalmente aplicado via estipe (Figura 2A). Esse incremento no número de frutos foi da ordem de 78% em relação a testemunha, onde não se aplicou B. Esses resultados podem ser devido ao maior pegamento de frutos, haja vista que o B é um nutriente primordial, que promove viabilidade e germinação do grão de pólen, crescimento do tubo polínico, com conseqüente fecundação, cujos efeitos são evidentes no pegamento de flores e frutos (MOURA et al., 2015; KANZARIA et al., 2017). Kanzaria et al. (2017), avaliando o florescimento e rendimento de frutos de coqueiro em função de doses crescentes de B, constataram incremento de até 25% no número de frutos quando as plantas foram fertilizadas com a maior dose de B aplicada.

Os dados de pH, sólidos solúveis, e acidez total titulável também se ajustaram a modelo de regressão linear crescente e decrescente, respectivamente, apenas quando se aplicou B via estipe, sendo verificado aumento no pH e redução da acidez total (Figura 2). O pH e acidez total estão estreitamente relacionados porque à medida que o pH aumenta, a acidez tende a diminuir. A elevação do pH, provavelmente está associada ao transporte e armazenamento de açúcares, pois a doçura e acidez, é dependente de quantidades relativas de açúcares (COSTA, 1994; MALAVOLTA e CROCOMO, 1982; MARSCHNER, 1995; BOARETTO, 2006; MARODIN et al., 2010). Estes resultados têm sido constatados em laranjeira por Silva (2016) e macieira por Sa et al. (2014). O pH da água de coco é essencial para garantir o sabor doce e adstringência desejável, que é melhorado quando o pH se aproxima de 5,5 (NERY et. al., 2002; DIAS et al., 2022), como os resultados encontrados nesse estudo.

Maiores valores de °Brix ocorreram com as maiores doses de B aplicadas via estipe (Figura 2B). Na maior dose de B aplicada (10 g planta⁻¹) houve incremento de 15% no teor de sólidos solúveis. Este resultado pode ser justificado pelo fato do B atuar no metabolismo de carboidratos e no transporte de açúcares da folha para o fruto. Estes resultados corroboram com os encontrados por Kanzaria et al. (2017), quando avaliaram a qualidade de frutos de coqueiro em função de doses crescentes de B. Os autores constataram um aumento linear na concentração de açúcar (10,52%), à medida que se incrementaram as doses de B. Outros pesquisadores também observaram os mesmos resultados em outras culturas, como mangueira e videira (SHABAN et., 2009; OLDINI et., 2018). Esse resultado sugere uma possível redução no período de colheita, pois o B pode favorecer maior rapidez para se atingir o teor de sólidos solúveis ideal na água de coco para o consumo in natura.

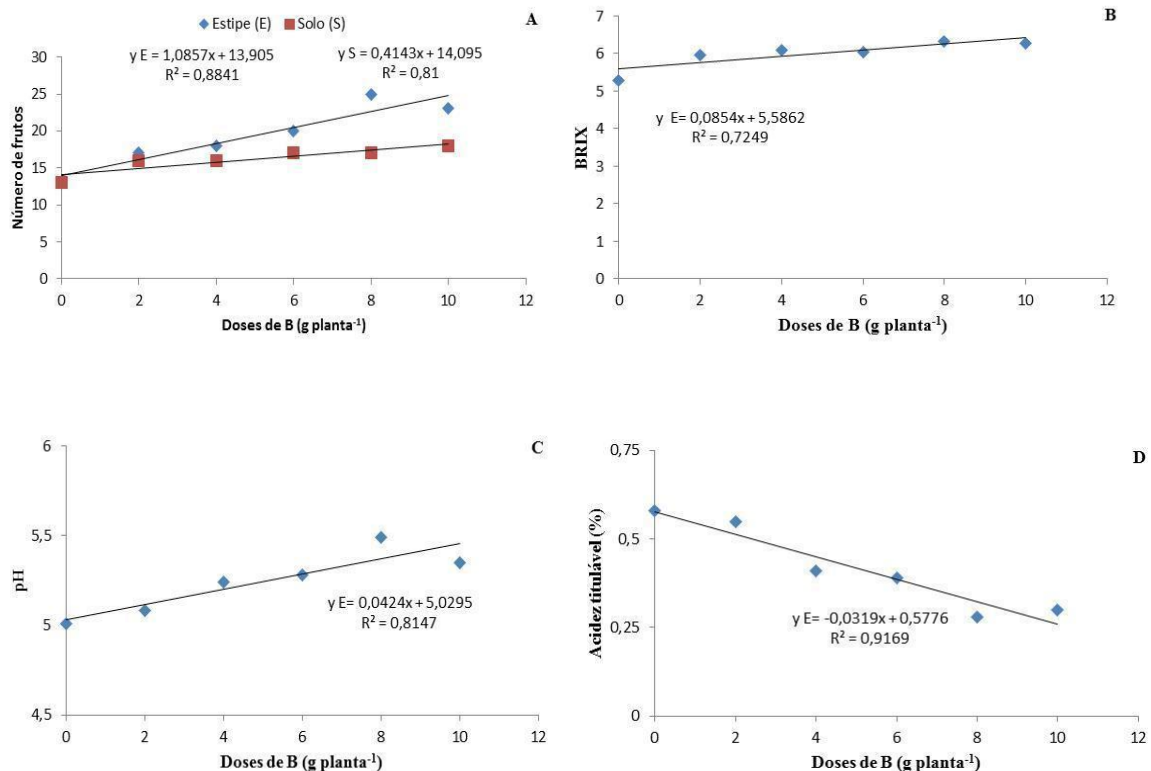


Figura 2. Número de frutos (A), sólidos solúveis (°Brix) (B), pH (C) e acidez titulável (%) da água de coco em função da aplicação de doses crescente de boro utilizando como fonte boric via estipe (E) e via solo (S).

Quando se estudou o efeito da aplicação de B via estipe e via solo, utilizando-se como fonte o boric sob o número de folhas, número de inflorescências, número de frutos, volume de água e sólidos solúveis da água de coco comparativamente a aplicação de B via solo, utilizando-se como fonte o ácido bórico, constatou-se que aplicação via estipe foi responsável por proporcionar maiores valores de número de frutos e sólidos solúveis da água de coco (Tabela 5).

A aplicação de ácido bórico na dose de 5 g planta⁻¹ via solo é uma dose padrão recomendada pela Embrapa (Tabuleiros Costeiros) e aplicada pelos produtores do Platô de Neópolis e demais regiões produtoras de coco (FONTES et al., 2002). Essa recomendação é antiga. Para os níveis de produtividade atual, essa dose aplicada via solo está devassada, conforme corrobora estes resultados.

Tabela 5. Número de folhas (NF), número de inflorescências (Ninf), número de frutos (NFT), volume de água (VA), pH, acidez total titulável (ATT) e sólidos solúveis (°Brix) de água de coco em função da aplicação de doses de boro via solo e estipe utilizando bortrac como fonte de B comparativamente a testemunha em que se aplicou B como ácido bórico via solo em dose única (5 g planta⁻¹).

TRATAMENTO	FORMA DE APLICAÇÃO	NF	Ninf	NFT	VA	pH	ATT	BRIX
H₃BO₃ via solo (5 g planta⁻¹)		31	2,1	15	458	5,25	0,40	5,90
B (g planta⁻¹)⁽¹⁾								
2	SOLO	30 ^{ns}	2,5 ^{ns}	16 ^{ns}	414 ^{ns}	5,18 ^{ns}	0,49 ^{ns}	5,96*
4		30 ^{ns}	2,5 ^{ns}	16 ^{ns}	433 ^{ns}	5,32 ^{ns}	0,32 ^{ns}	5,92
6		28 ^{ns}	2,5 ^{ns}	17*	460 ^{ns}	5,10 ^{ns}	0,43 ^{ns}	5,84
8		30 ^{ns}	2,5 ^{ns}	17*	457 ^{ns}	5,11 ^{ns}	0,50 ^{ns}	5,96*
10		30 ^{ns}	2,5 ^{ns}	18*	479 ^{ns}	5,29 ^{ns}	0,35 ^{ns}	6,01*
2	ESTIPE	30 ^{ns}	2,5 ^{ns}	17*	448 ^{ns}	5,08 ^{ns}	0,55 ^{ns}	5,98*
4		31 ^{ns}	2,5 ^{ns}	18*	462 ^{ns}	5,24 ^{ns}	0,41 ^{ns}	6,11*
6		30 ^{ns}	2,5 ^{ns}	20*	484*	5,28 ^{ns}	0,39 ^{ns}	6,06*
8		31 ^{ns}	2,5 ^{ns}	25*	508*	5,49 ^{ns}	0,28*	6,34*
10		30 ^{ns}	2,5 ^{ns}	23*	465*	5,35 ^{ns}	0,30 ^{ns}	6,29*

⁽¹⁾As doses de B (g planta⁻¹) foram parceladas em três aplicações anuais, utilizando-se bortrac como fonte de B. *Significativo pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade; ^{ns} Não significativo.

Quando se estudou o efeito da aplicação de B via estipe e via solo sob o número de folhas, número de inflorescências, número de frutos, volume de água e sólidos solúveis da água de coco comparativamente a testemunha sem aplicação de B, constatou-se que o número de folhas e inflorescências não foram influenciados pelo B, independente da forma de aplicação (Tabela 6). No entanto, todas as doses de B aplicadas via estipe proporcionaram os maiores valores para número de frutos e teores de sólidos solúveis da água de coco. Quando a forma de aplicação foi via solo, esse efeito positivo do B só foi observado a partir da dose de 6 g planta⁻¹ (Tabela 2), evidenciando a eficiência da fertilização via estipe.

Tabela 6. Número de folhas (NF), número de inflorescências (Ninf), número de frutos (NFT), volume de água (VA), pH, acidez titulável (ATT, em %) e sólidos solúveis (°Brix) de água de coco em função da aplicação de doses de boro via solo e estipe comparativamente a testemunha sem aplicação de B (controle)

TRATAMENTO	FORMA DE APLICAÇÃO	NF	Ninf	NFT	VA	pH	ATT	°BRIX
CONTROLE (sem B)		30	2,3	13	395	5,01	0,58	5,63
B (g planta⁻¹)⁽¹⁾								
2	SOLO	30 ^{ns}	2,5 ^{ns}	16 ^{ns}	414 ^{ns}	5,18 ^{ns}	0,49 ^{ns}	5,96*
4		30 ^{ns}	2,5 ^{ns}	16 ^{ns}	433 ^{ns}	5,32 ^{ns}	0,32 ^{ns}	5,92 ^{ns}
6		28 ^{ns}	2,5 ^{ns}	17*	460*	5,10 ^{ns}	0,43 ^{ns}	5,84 ^{ns}
8		30 ^{ns}	2,5 ^{ns}	17*	457*	5,11 ^{ns}	0,50 ^{ns}	5,96*
10		30 ^{ns}	2,5 ^{ns}	18*	479*	5,29 ^{ns}	0,35 ^{ns}	6,01*
2	ESTIPE	30 ^{ns}	2,5 ^{ns}	17*	448 ^{ns}	5,08 ^{ns}	0,55 ^{ns}	5,98*
4		31 ^{ns}	2,5 ^{ns}	18*	462 ^{ns}	5,24 ^{ns}	0,41 ^{ns}	6,11*
6		30 ^{ns}	2,5 ^{ns}	20*	484*	5,28 ^{ns}	0,39 ^{ns}	6,06*
8		31 ^{ns}	2,5 ^{ns}	25*	508*	5,49*	0,28*	6,34*
10		30 ^{ns}	2,5 ^{ns}	23*	465*	5,35*	0,30 ^{ns}	6,29*

⁽¹⁾As doses de B (g planta⁻¹) foram parceladas em três aplicações anuais, utilizando-se bortrac como fonte de B. *Significativo pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade; ^{ns} Não significativo.

5. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Atividades	2021					2022						
	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J
Instalação do experimento	x											
Coleta da folha diagnose	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Análise dos teores foliares de B	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Aplicação das doses de B	x				x				x			
Avaliação da fenologia	x		x		x		x		x			
Avaliação dos componentes de produção		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Avaliação da qualidade da água de coco				x	x	x	x	x				

A análise do desenvolvimento radicular, nível crítico, faixa de suficiência e redução da quantidade de fertilizante borratado aplicado via estipe está programada para o final dos dois anos de produção, onde ocorre estabilização do manejo nutricional referente a aplicação de B.

6. CONSIDERAÇÕES PARCIAIS/FINAIS

Os resultados evidenciam que as doses 8 e 10 g planta⁻¹ de B aplicado via estipe proporcionam maior período residual de B na folha ao longo do tempo, sendo a forma mais recomendada.

A aplicação de B via solo com a fonte bortrac só é viável com doses superiores a 6 g planta⁻¹ sendo também fonte mais indicada do que ácido bórico. Constatou-se efeito positivo da aplicação de B via estipe na fonte bortrac, já em pequenas doses, como 2 g planta⁻¹, sugerindo que essa forma e fonte de aplicação são promissoras para alavancar a produtividade dos coqueirais cultivados em solos arenosos deficientes de B.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDI, G. H.; HEDAYAI, M. Yield and fruit physiochemical characteristics of 'Kabkab' date palm as affected by methods of potassium fertilization. *Advances in Environmental Biology*, p. 437-443, 2010.

ARAÚJO FILHO, J. C. et al. Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Pernambuco. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 378 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa, 11).

BOARETTO, R.M. Boro (10B) em laranjeira: absorção e mobilidade. 2006. 120f. (Tese de Doutorado em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo: Piracicaba, 2006.

COSTA, L. Qualidade pós-colheita de citros. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 17, n. 80, p.45-51, 1994

DIAS, Carlos Henrique Araujo et al. Physicochemical, microbiological, and sensory quality of industrialized and fresh coconut water commercialized in Petrolina, Pernambuco. 2022.

EMBRAPA. Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional - Panorama 2010. 2011.

FERREIRA, J. A. et al. Determination of pesticide residues in coconut tree trunks by modified QuEChERS method and ultra-high-performance liquid chromatography coupled to triple quadrupole tandem mass spectrometry. *Analytical Methods*, v. 7, n. 10, p. 4237-4245, 2015.

FONTES, HUMBERTO ROLLEMBERG FONTES; FERREIRA, Joana Maria Santos; SIQUEIRA, Luiz Alberto. Sistema de produção para a cultura do coqueiro. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002.

KANZARIA, D. R. et al. Boron and NAA Response to Flowering and Yield of Coconut. *Trends in Biosciences*, v. 10, n. 19, p. 3384-3386, 2017.

OERKE, E. C. et al. (Ed.). Precision Crop Protection-The challenge and use of heterogeneity. Dordrecht, Netherlands: Springer, 2010

OLDONI, F. C. A. et al. Boron fertilizing management on fruit production and quality of mango cv. Palmer in semiarid. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 40, 2018.

LEITE, Ricardo Figueiredo Cavalheiro, SCHUCH, Luis Osmar Braga , AMARAL, Ademir dos Santos, TAVARES, Lizandro Ciciliano. Rendimento e qualidade de sementes de arroz irrigado em função da adubação com boro. 2011. Revista Brasileira de Sementes. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/dzBmf8zL5d6S4Ghz9xdmMmf/?format=pdf&lang=pt> . Acesso em: 21 mar. 2022

MARODIN, J.C.; RESENDE, J.T.V.; MORALES, R.G.F.; CAMARGO, C.K.; CAMARGO, L.K.P.; PAVINATO, P.S. Qualidade físico-química de frutos de morangueiro em função da adubação potássica. Scientia Agraria Paranaensis, v.9, n.3, p.50-57, 2010.

MALAVOLTA, E.; CROCOMO, O. J. O potássio e a planta. In: POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Londrina, 1982. Anais, Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato; Instituto Internacional da Potassa, p.95-162, 1982.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2. Ed. Academic Press, London, p.889, 1995.

MOURA, J. Z.; PRADO, R. M.; BENVINDO, R. N.; ALENCAR, L. C. Applying boron to coconut palm plants: effects on the soil, on the plant nutritional status and on productivity boron to coconut palm trees. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. V. 13, n.1, p. 01-06, 2013.

MOURA, J.I.L. et al. Efeito de injeção com ciproconazole no controle das doenças foliares e na produtividade do coqueiro. Summa Phytopathologica. 2019.

MONTECCHIO, L. A venturi effect can help cure our trees. Journal of visualized experiments: JoVE, n. 80, P. 1-8, 2013.

MOHEBIA, A.H, NABHANI, L., DIALAMI, L. Yield and Yield Components of ‘Sayer’ Date Palm as Affected by Levels and Methods of Iron Fertilization. 2010. Date Palm and Tropical Fruit Research Institute of Iran.

MOURA, C. R. F; MACHADO, C. A; LÉDO, A. S. In vitro germination and viability of pollen grain of coconut accessions. Revista Ciência Agronômica, v. 46, p. 421-427, 2015.

NERY, M. V. S.; BEZERRA, V. S.; LOBATO, M. S. A. Avaliação físico-química de coco-anão cultivado no estado do Amapá. . Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 4, n. 1, p. 45-51, abr./jun. 2002

PINHO, L. G R. Deficiência e formas de aplicação de boro em coqueiro anão verde. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/vPbtRcrx63wPHmRbrkrkzsM/?lang=pt>. Acesso em: 27 mar. 2022

PORTELA, E.; VALE, R.; ABREU, M. M. Carências de boro no interior: norte e centro-de Portugal. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 38, n. 4, p. 484-517, 2015.

RAJARATNAM, J. A. Application, absorption and translocation of boron in oil palm i. Methods of application and types of boron fertilizer. *Expl. Agric*, v. 9, p. 29-39, 1973.

SA, Alessandra Aparecida et al. Forms of boron application and its influence on quality and yield of apples (*Malus dosmetica*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 487-494, 2014.

SILVA, Aldilane Mendonça da et al. Adubação com potássio e boro sobre a produtividade, qualidade do fruto e teor de prolina em laranja'Pêra'. 2016.

SALEH, J.; H.; YAAGHOOB, H.; GHOREISHI, M. Is Trunk Injection More Efficient Than Other Iron Fertilization Methods in Date Palms Grown in Calcareous Soils?. *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, Vol, v. 3, n. 3, 2016.

SALDANHA, E. C. M. et al. Normas DRIS para a cultura do coqueiro híbrido no estado do Pará. *Revista Caatinga*, v. 28, n. 4, p. 99-109, 2015.

SILVA, FABIO CESAR DA SILVA et al. (Ed.). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

SHAABAN, M. M. Injection Fertilization: A Complete Nutritional Technique for Fruit Trees Saves 90-95% Fertilizers and maintains a clean environment. *Fruits, vegetables and cereals Science and Biotechnology*, v. 3, n. 1, p. 22-27, 2009.

SOUTH AMERICAN SCIENCES. Limitação da produtividade pela deficiência de boro nas culturas da soja, milho, feijão e café. 2020. Disponível em: <https://southamericansciences.com.br/index.php/sas/article/view/100/99>. Acesso em: 27 mar. 2022

ZENEBON, O.; PASCUET N. S.; TIGLEA, P.; Instituto Adolfo Lutz - Métodos Físico- químicos para análise de alimentos. 2008. 1ª edição digital.

8. ATIVIDADES RELEVANTES DESENVOLVIDAS PELO BOLSISTA

(Participações em Congressos, Seminários, Cursos etc., trabalhos apresentados e publicados em eventos científicos)

9. DIFICULDADES ENCONTRADAS

A secagem do material em estufa e limitação de recursos financeiros para análises e viagem a campo tem sido um desafio.