



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

Produção e Eficiência de Fertilizantes com Alto P Disponível por Processo Biológico

Newton P. Stamford

E. mail: newtonps@depa.ufrpe.br

Núcleo de Fixação Biológica do N₂ nos Trópicos – NFBNT/UFRPE



Araxá, MG
2014



Breve histórico e Introdução

Primeiros trabalhos— Professor Augusto Chaves Batista (SUDENE – IMUFPE, 1966).



Rochas fosfatadas usando microrganismos produtores de ácidos orgânicos



Sem eficiência satisfatória

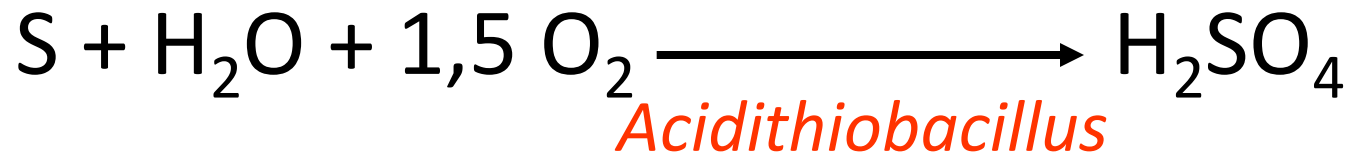
BIOFERTILIZANTE



ADUBO

Biofertilizantes com *Acidithiobacillus*

A liberação dos nutrientes por ação da bactéria *Acidithiobacillus*, é realizada pelo ácido sulfúrico produzido.



Biofertilizantes de Rochas

Processo prático, econômico e com baixo consumo de energia

Aumento da disponibilidade de nutrientes para as plantas, e pode ser usado como alternativa a fertilizantes solúveis (convencionais).

Uso de S^0 com *Acidithiobacillus* (S^*)

1. Produção de Biofertilizantes de rochas

- a) revestimento da rocha com S^0 inoculado (S^*);
- b) revestimento do S^0 inoculado (S^*) com a rocha;
- c) mistura do S^0 inoculado (S^*) com as rochas;

2. Aplicação direta do S^* para disponibilizar P dos minerais contidos no solo.

3. Condicionador de solos sódicos (pH elevado).

4. Produção de Biofertilizante orgânico e mineral (misto BNPK)

BNPK - Biofertilizante de rochas (BP+BK) mais matéria orgânica (MO - enriquecida em N pelo processo da fixação biológica do N atmosférico)

Produção de Biofertilizantes de Rochas

Placas de Petri

Para selecionar: doses de S elementar; quantidade de inoculante com *Acidithiobacillus*; e tempo de incubação.

Bandejas

Produção para experimentos em vasos com solo(casa de vegetação)

Biofertilizante de Rocha com P+ S⁰ (BP)

Experimentos em casa de vegetação

Localização do fertilizante

Jacatupé (*Pachyrhizus erosus*)

Fontes de P e de M.O.

Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*)

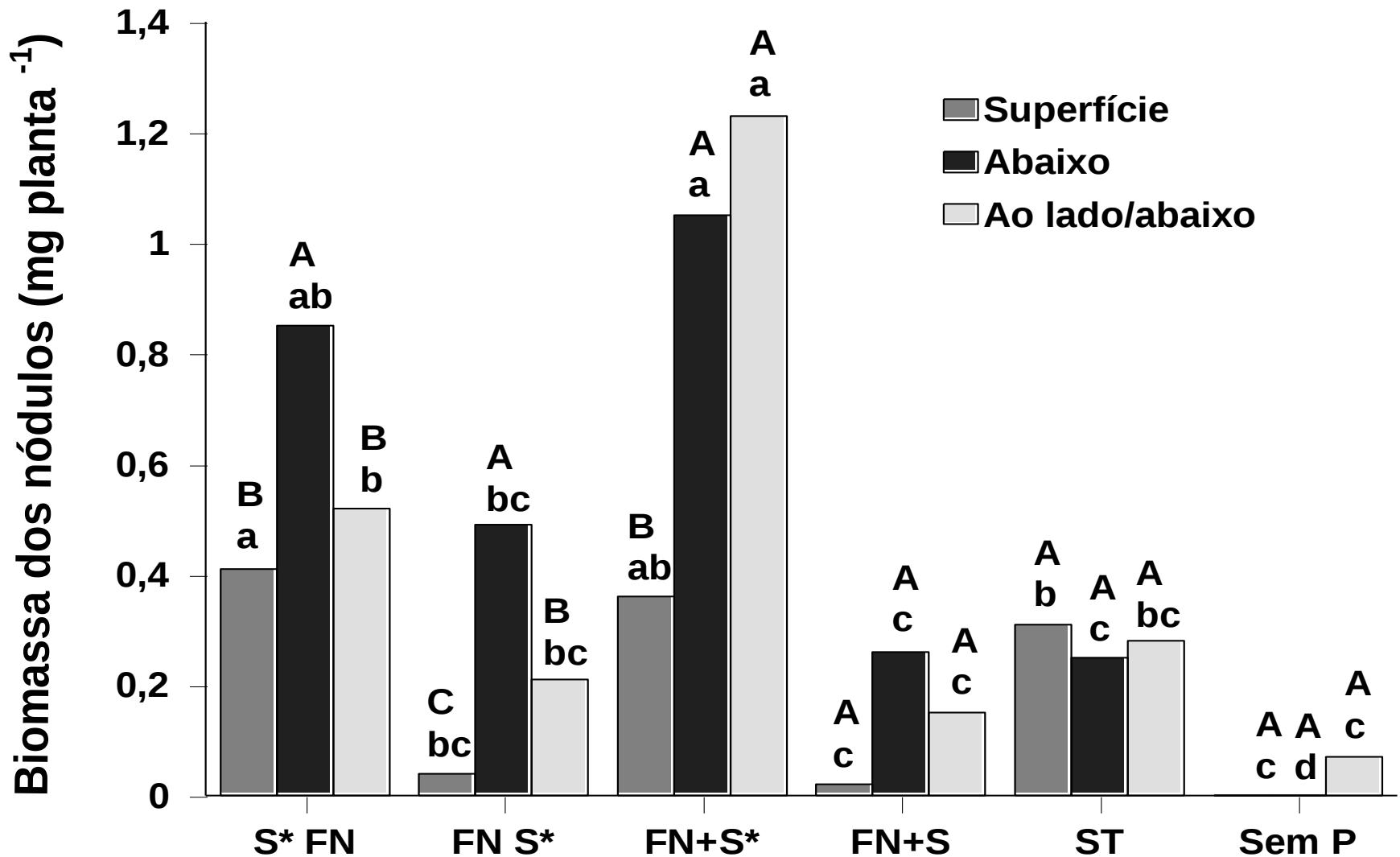
Plantios consecutivos (Poder residual)

Caupi (*Vigna unguiculata*)

Resultados dos ensaios - BP

Fontes de Fósforo	Períodos de incubação				
	Placas de Petri			Bandejas	
	30 dias	45 dias	60 dias	60 dias	
	P extraído - Mehlich 1 (%)				pH
Fosfato natural (FN)	1,9bA	1,9bA	2,0bA	1,1c	5,4a
(FN) ₂₀ S	-	-	-	1,6c	5,2a
(FN) ₅ S*	6,5aA	7,6aA	7,7aA	4,7b	4,2b
(FN) ₁₀ S*	6,1aA	6,5aA	6,5aA	5,5ab	4,1b
(FN) ₁₅ S*	5,8aB	5,8aB	7,7aA	6,0a	4,1b
(FN) ₂₀ S*	6,1aA	6,5aA	7,0aA	6,1a	4,1b
Superfosfato Triplo	-	-	-	6,0a	5,0a
C.V. (%)		8,93		7,56	6,78

Revestimento (S* e Rocha) e Localização do Fertilizante



Efeitos de fontes de P e de M.O.

Biomassa de Sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*)

Fontes de fósforo	Adição de matéria orgânica (M.O)				Médias
	Sem M.O.	Pó de coco 5	Pó de coco 10	Fibrasil 5	
Biomassa seca da parte aérea (g planta ⁻¹)					
Sem fósforo (P 0)	1,8 bB	3,0 bcB	2,5 cB	7,0 bA	3,58 d
Superfosfato simples-SFS)	3,0 abBC	2,5 cC	4,9 abA	3,8 dAB	3,56 d
Fosfato natural 10 + S*	4,0 aB	4,1 abB	3,7 bcB	8,6 aA	5,08 ab
Fosfato natural 20 + S*	1,7 bC	5,1 aB	5,5 aB	9,4 aA	5,40 a
Fosfato natural 10+ S	2,6 bB	4,7 aA	4,9 abA	5,0 cdA	4,54 bc
Fosfato natural 20+ S	2,5 bC	3,7 abcBC	4,1 bB	6,1 bcA	4,12 cd
Médias	2,61 D	3,86 C	4,42 B		
C.V. (%) altura = 18,56 ; biomassa seca da parte aérea = 12,94. S* com Acidithiobacillus					

Experimentação com BPK

Melão



Experimentação com **BPK** + M.O

Cana de açúcar



Efeitos das doses de **BPK**

Cana de açúcar

Biomassa seca do colmo ⁽¹⁾			
Fontes de PK	Rochas naturais	Biofertilizantes	Fertilizantes
Dose de PK (kg ha ⁻¹)	----- g / planta -----		
Dose P ₁ K ₁	25,0 k	33,6 b	24,6 l
Dose P ₂ K ₂	27,3 h	37,3 a	28,5 g
Dose P ₃ K ₃	30,2 f	32,7 c	32,5 d
Dose P ₄ K ₄	26,9 j	27,3 i	31,2 e
Controle (P ₀ K ₀)	5,6	5,6	5,6
C.V. (%)		7,44	

PRODUÇÃO DE BIOFERTILIZANTES

Experimentação em Campo



PRODUÇÃO DE BIOFERTILIZANTES

Campo



Experimentação em campo (BPK)+MO

(Biofertilizante BPK produzido em campo)

Caupi

Jacatupé

Cana de
açúcar

Alface

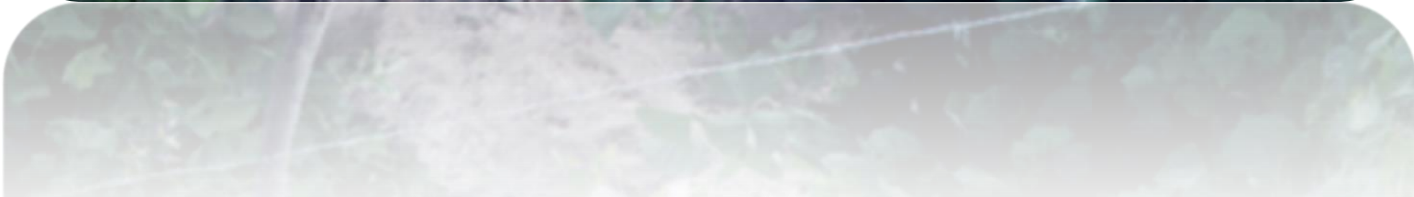
Melão

Uva

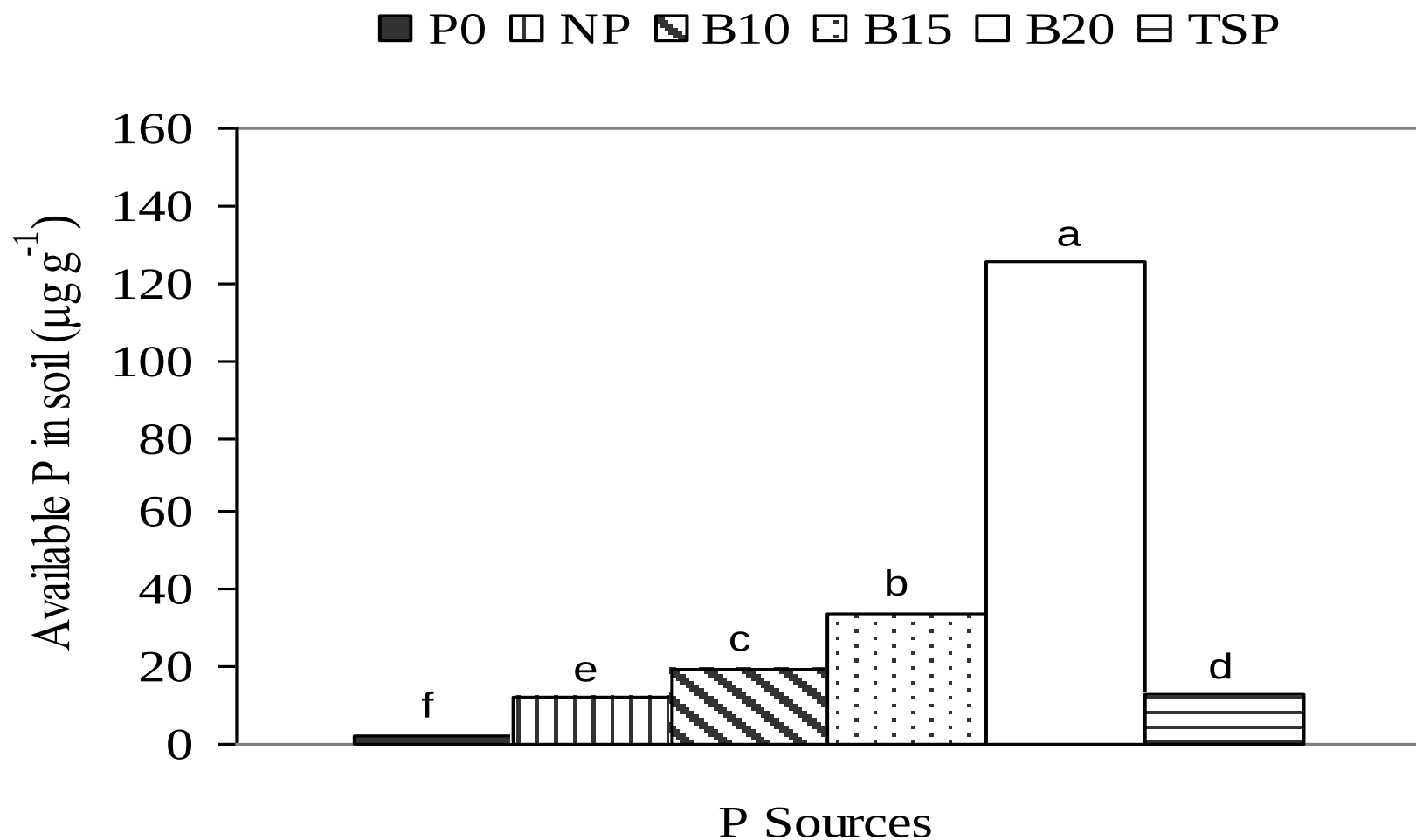
Experimento em campo (Caupi)

Adição P	rizóbio	KCl ₁₀₀	BK ₁₀₀	BK ₂₀₀	BK ₃₀₀	BK ₀	BK ₂₀₀
Biomassa seca da parte aérea (g plantã ⁻¹)							
BP ₀	+R	5,7b	6,0b	6,4a	5,9a	4,0	-
	- R	5,4b	6,1b	5,9b	4,2c	3,6	-
BP ₁₀₀	+R	6,7a	6,5a	6,5a	5,5ab	-	-
	- R	5,9b	5,6c	5,4bc	3,5d	-	-
BP ₂₀₀	+R	6,5a	6,5b	5,6b	5,1b	-	-
	- R	5,8b	5,9bc	4,5d	4,1c	-	-
SFT ₁₀₀	+R	6,6a	7,1a	5,2c	5,4b	-	-
	- R	5,9b	6,2b	4,4d	5,4b	-	-
FN ₂₀₀	+R	-	-	-	-	-	4,2
	- R	-	-	-	-	-	3,5

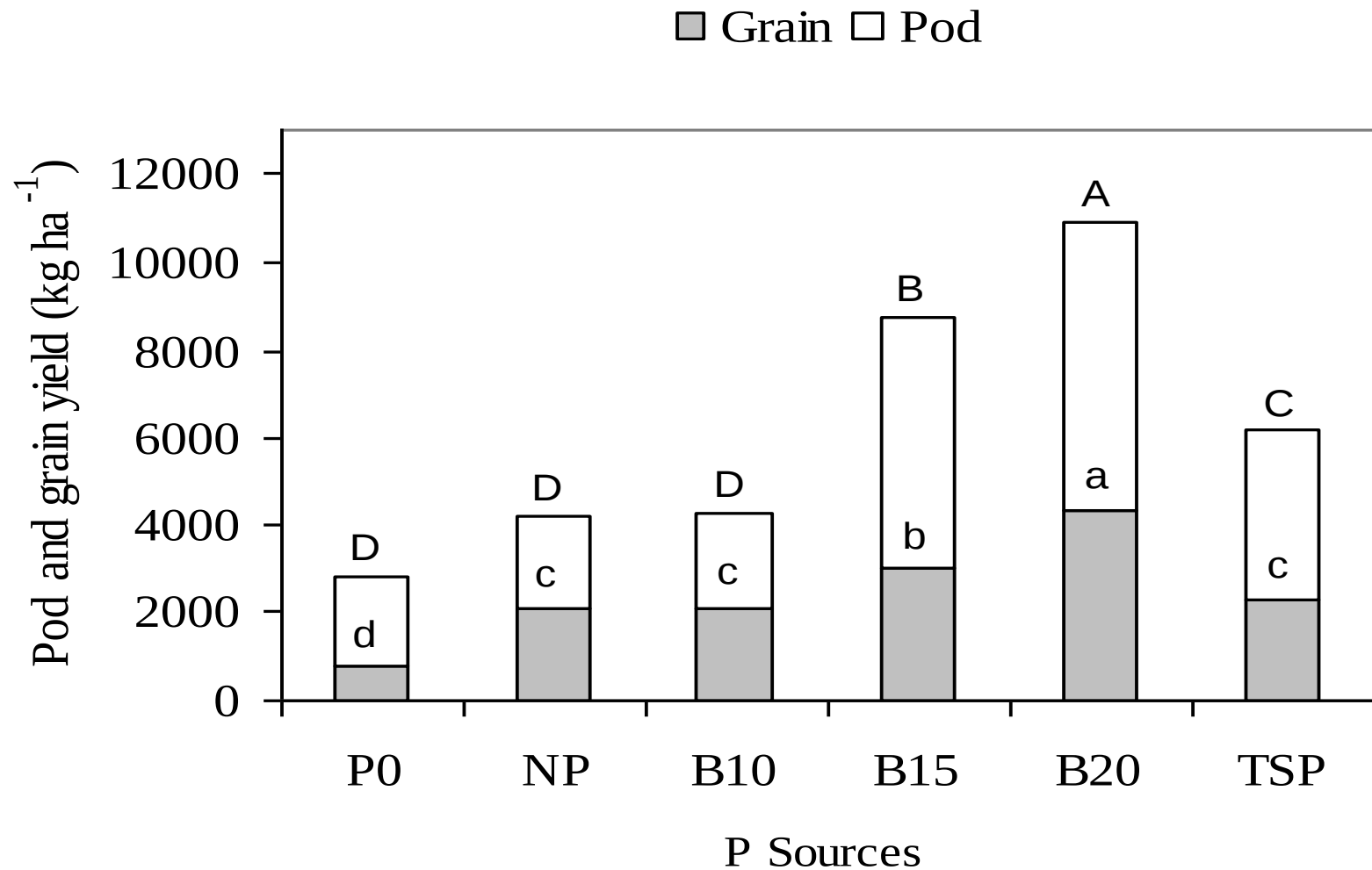
Experimento em campo (Jacatupé)



Experimento em campo (BP+BK) (Jacatupé)



Experimento em campo (Jacatupé)



Experimento em campo (BPK+MO) (Cana de açúcar)



Fertilizante PK + MO



Experimento em campo (BPK+MO) (Cana de açúcar)



Biofertilizante BPK + MO

Experimento em campo (BPK+MO) (Cana de açúcar)



(Rochas com P e K) + MO

Experimento em campo (BPK+MO) (Cana de açúcar)



CONTROLE (sem P e K)



UVA

BOTTICELLI
Arte em Vinhos

Vale do São Francisco

Uva no Vale do São Francisco

Vinícola Botticelli



•FERTILIZANTE



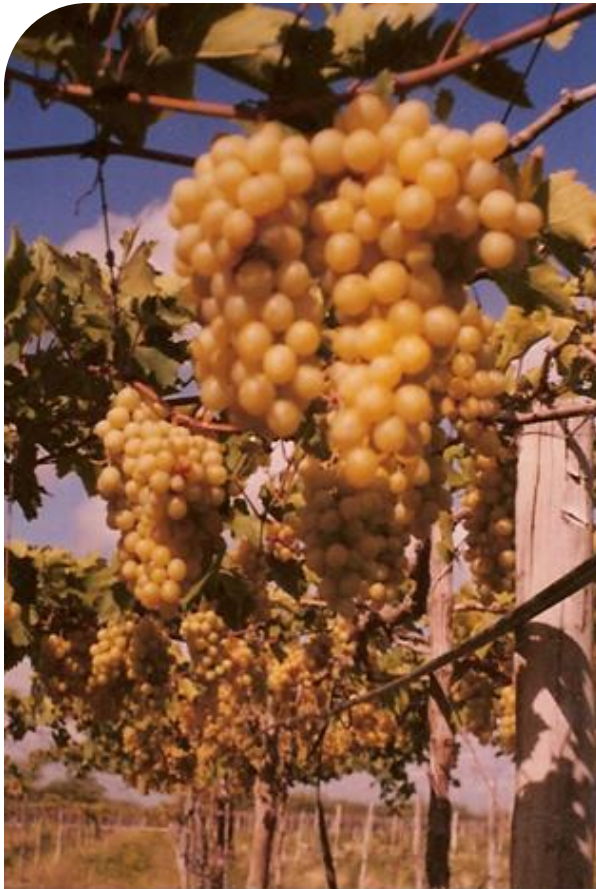
•BIOFERTILIZANTE



•ROCHAS

Uva no Vale do São Francisco

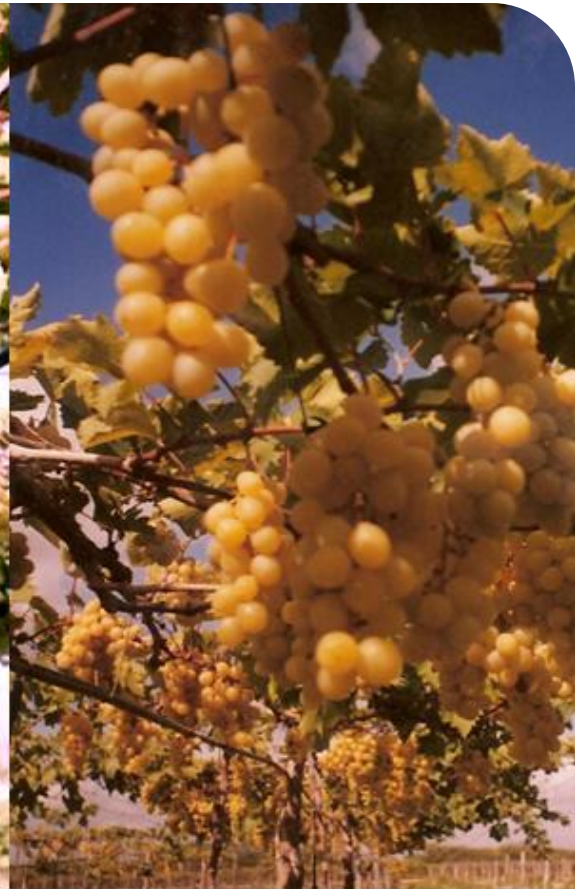
Vinícola Botticelli



Fertilizante dose 150%



Pó-de-rocha dose 150%



Biofertilizante dose 150%

Fertilizante dose 120%

Pó-de-rocha dose 120%

Biofertilizante dose 120%

Uva no Vale do São Francisco

Vinícola Botticelli



(BP1 + BK1) + MO

Uva no Vale do São Francisco

Vinícola Botticelli



(BP2 + BK2) + MO

Uva no Vale do São Francisco

Vinícola Botticelli



Controle (sem P e K)

Biofertilizantes de Rochas (BPK) + MO

Melão no Vale do S. Francisco



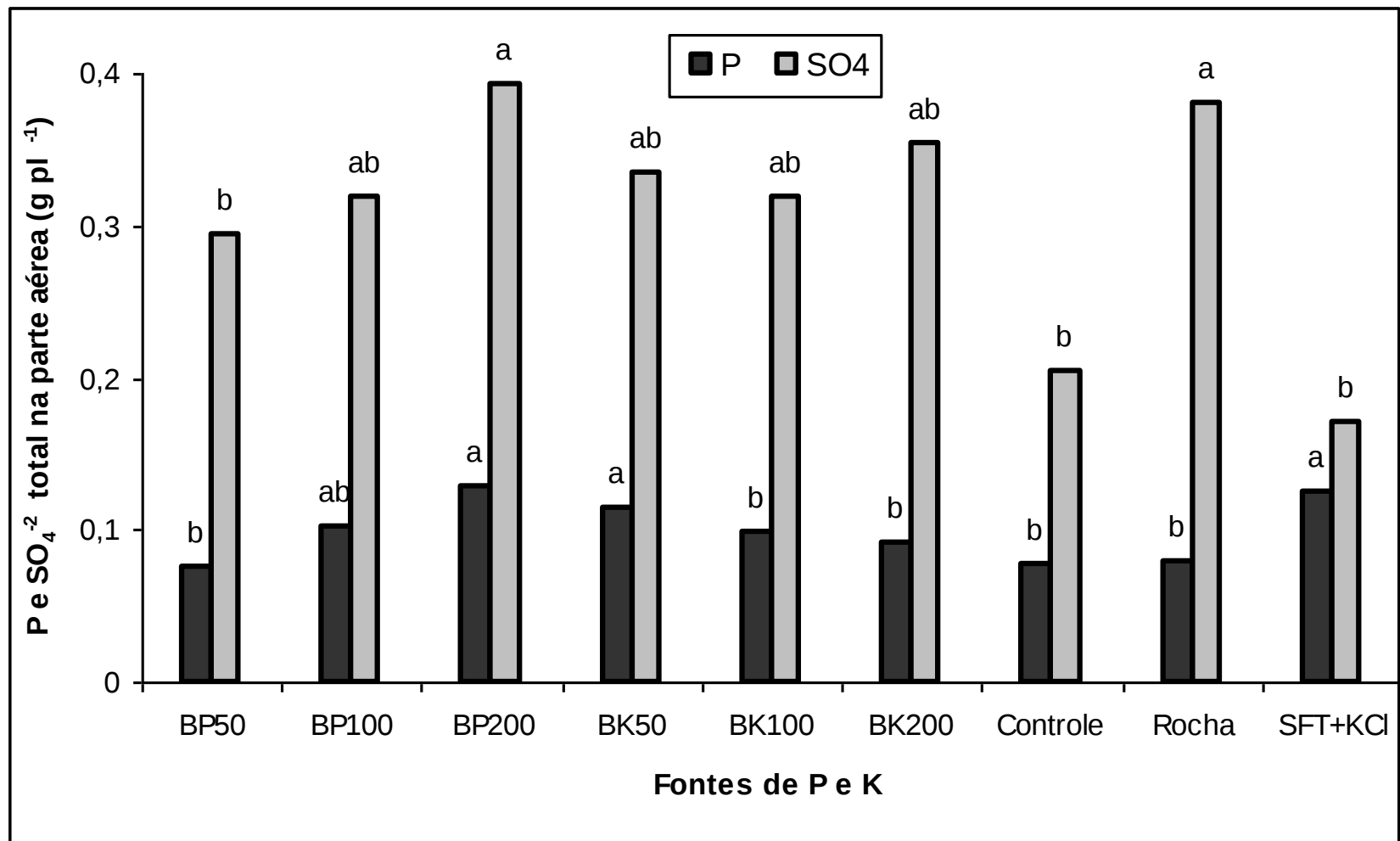
Biofertilizantes de Rochas (BPK) + MO

Melão no Vale do S. Francisco



Biofertilizantes de Rochas (BPK) + MO

Melão no Vale do S. Francisco



Biofertilizantes de Rochas (BPK) + MO

Alface no Cariri cearense



Biofertilizantes de Rochas (BPK) + MO

Alface no Cariri cearense



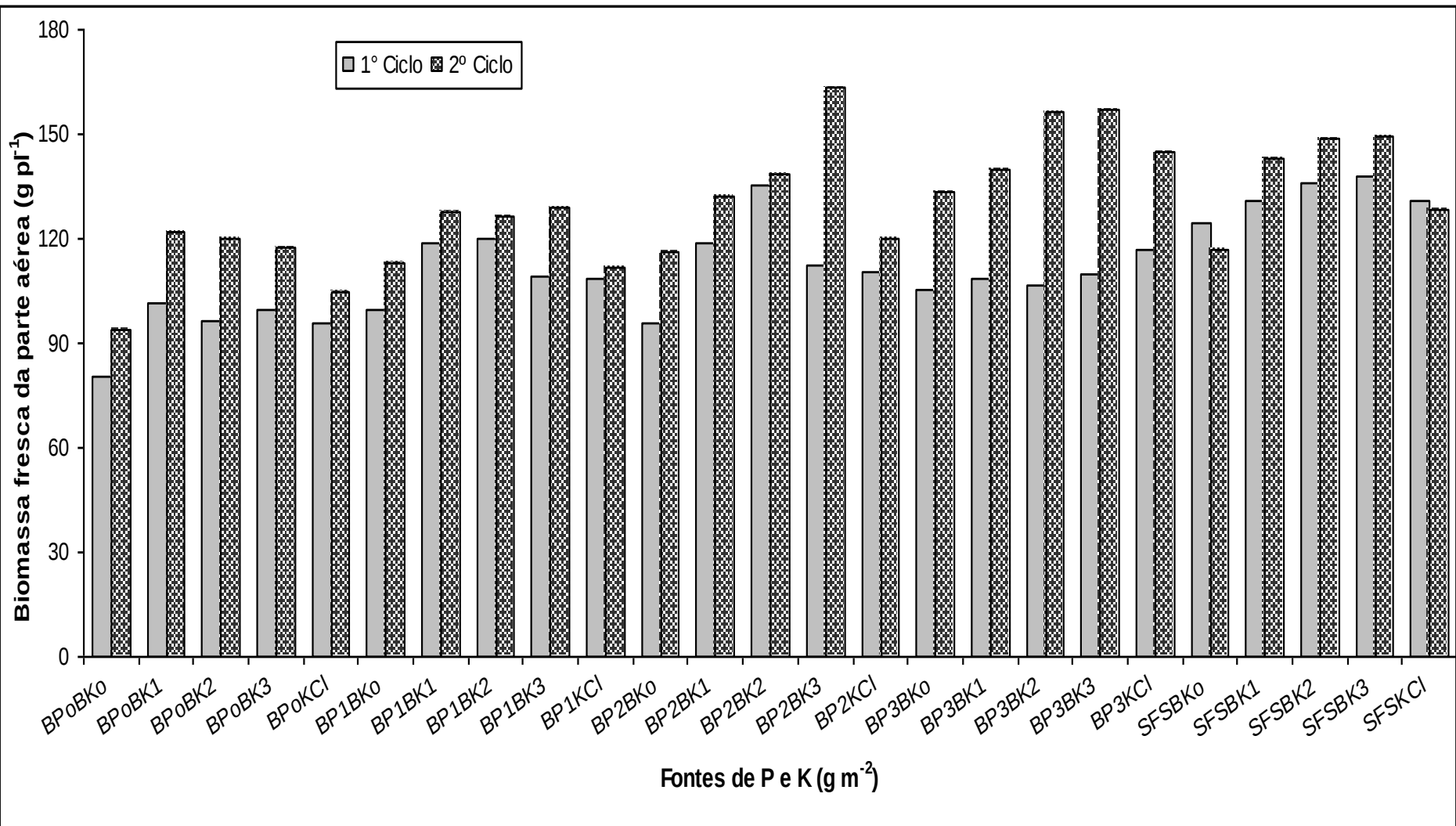
Biofertilizantes de Rochas (**BPK**) + MO

Alface no Cariri cearense



Biofertilizantes de Rochas (BPK) + MO

Efeito Residual no Alface



Biofertilizante Misto (BPK + MO)

(MO - Enriquecida em N com diazotróficos de vida livre) $\Rightarrow$ (BNPK)

Ensaio para avaliar:

- diferentes materiais orgânicos (MO)
- diazotróficos **de vida livre (diferentes solos)**
- uso de várias proporções MO:(BP)+(BK)
- tempo de compostagem (7, 14, 21, 28 e 35 dias)

Determinações: pH, N total, N-NO₃⁻, N- NH₄⁺

N- proteico, P e K disponível, SO₄⁻², Ca⁺², Mg⁺², C_{org.}

Biofertilizante Misto $\Rightarrow$ **BNPK**

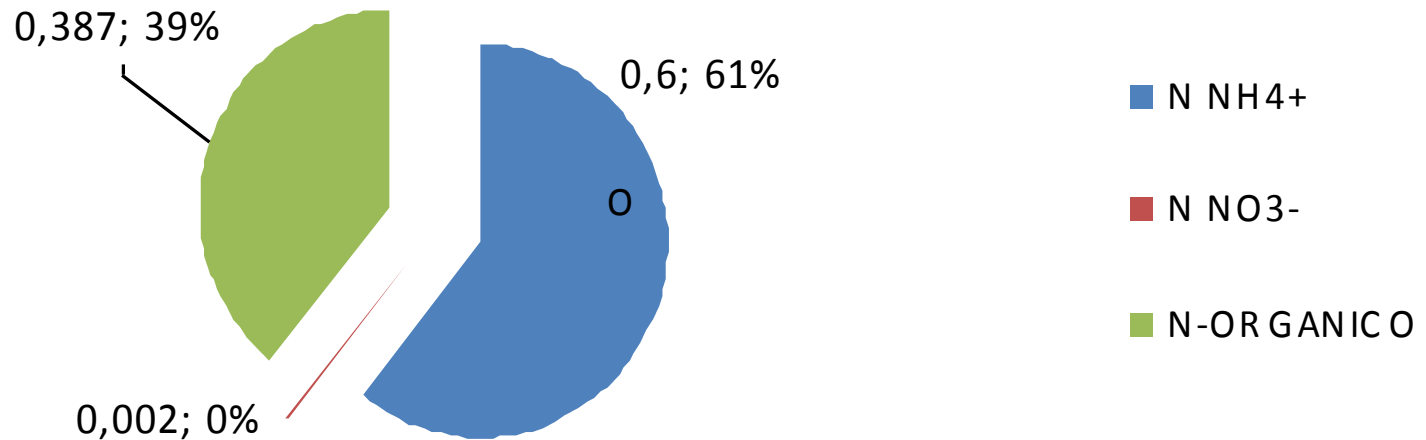
(Fonte de carbono - Lodo de sorvete)

Mistura (MO:BPK)	N Total no Biofertilizante Misto	
	Diazotróficas	Isolado
	Gerais	DZ1
M1 (2:0,2)	2,8	4,5
M2 (2:0,3)	3,3	4,6
M3 (2:0,4)	3,0	4,8
M4 (2:0,6)	1,7	2,4
Controle	2,3	2,0

Biofertilizante Misto $\Rightarrow$ **BNPK**

(Fonte de carbono - Lodo de sorvete)

Fracionamento de N



BIOFERTILIZANTE MISTO $\Rightarrow$ **BNPK**



(BNPK + Quitosana de fungos) **Bioprotetor (PNPK)**

Bioprotetor (PNPK)

-BNPK + Fungo (*Cunninghamella elegans*)

(com quitosana na parede celular), visando:

- a) incremento de P inorgânico (Pi), e
- b) resistência a doenças.

Experimentação em campo

(Biofertilizante BNPK e PNPK produzido em campo)

Alface

Pimentão

Cana de
açúcar

Uva

Melão

Banana

Alface em campo

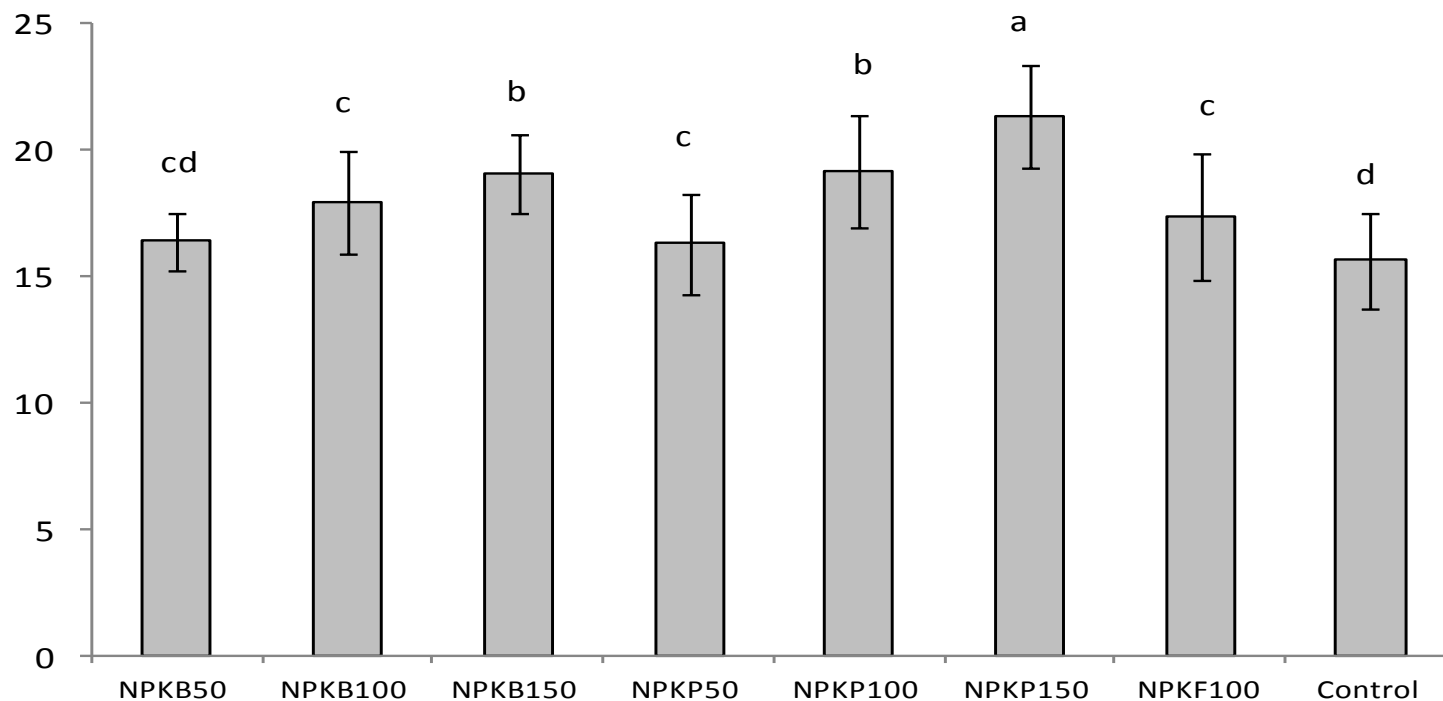
Biofertilizante BNPK e PNPK

Fertilização	Biomassa fresca		Biomassa seca	
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 1	Ciclo 2
	g planta ⁻¹		g planta ⁻¹	
Biofertilizante BNPK1	212,7aA	145,0aB	11,0a	10,7a
Biofertilizante BNPK2	178,5cA	133,9cB	10,2a	11,0a
Biofertilizante BNPK3	211,4aA	153,3aB	9,6ab	9,2b
Protetor PNPK1	195,0bA	166,2aA	9,7ab	11,6a
Protetor PNPK2	187,9bA	133,7cB	9,7ab	9,8b
Protetor PNPK3	156,0dA	127,5cA	10,6a	10,5a
Fertilizante FNPK	218,7aA	151,6aB	8,9b	11,4a
Controle (sem NPK)	152,4dA	116,8dB	8,1b	10,1 ^a
CV %				
DMS				



PIMENTÃO EM CAMPO

(BNPK/PNPK)



Produtividade do pimentão no primeiro cultivo, submetido aos tratamentos de fertilização (fontes e doses).

CANA-DE-AÇÚCAR EM CAMPO

(BNPK/PNPK)



Usina Santa Tereza – Goiana (PE) / 2012

CANA-DE-AÇÚCAR EM CAMPO

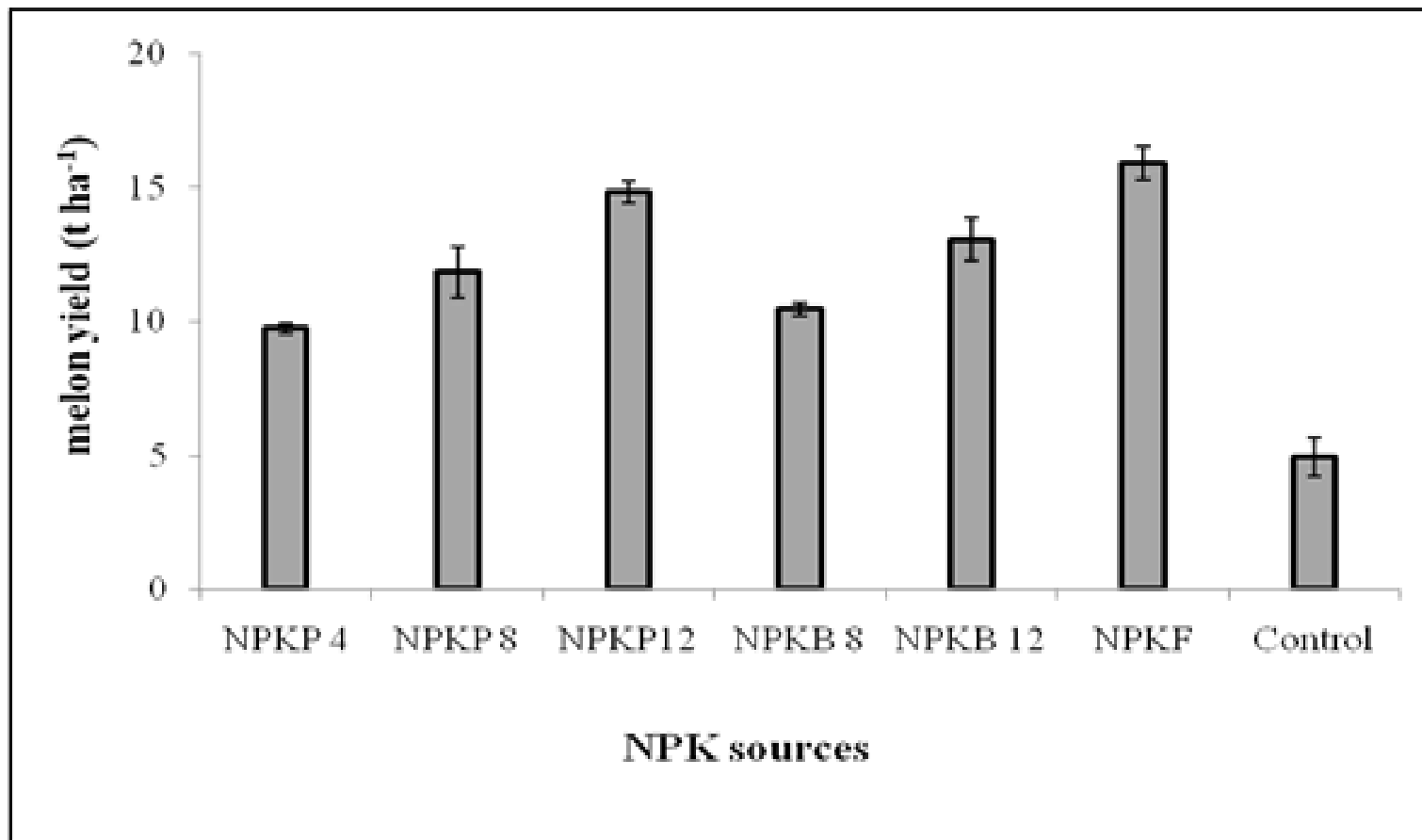
(BNPK/PNPK)

Fertilização (% DR)	Produtividade da cana de açúcar (t ha ⁻¹)	
	Sem Torta	Com torta
Controle (H.Minhoca)	49±2.81Eb	53±2.86Ea
NPKB 50%	59±2.76Db	79±5.30Ca
NPKB 100%	62±2.70Cb	80±0.77Ba
NPKB 150%	70 ±1.56Ab	87 ±0.85Aa
NPKF 50%	58±1.21Db	65±1.61Da
NPKF 100%	61±0.62Cb	67±2.66Da
NPKF 150%	64 ±1.00Bb	67 ±5.80Da

Médias com a mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não são diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). C.V. (%) = 9.2. ² DR – Dose Recomendada para cana de açúcar no estado de Pernambuco (IPA, 2008).

MELÃO EM CAMPO

(BNPK/PNPK)



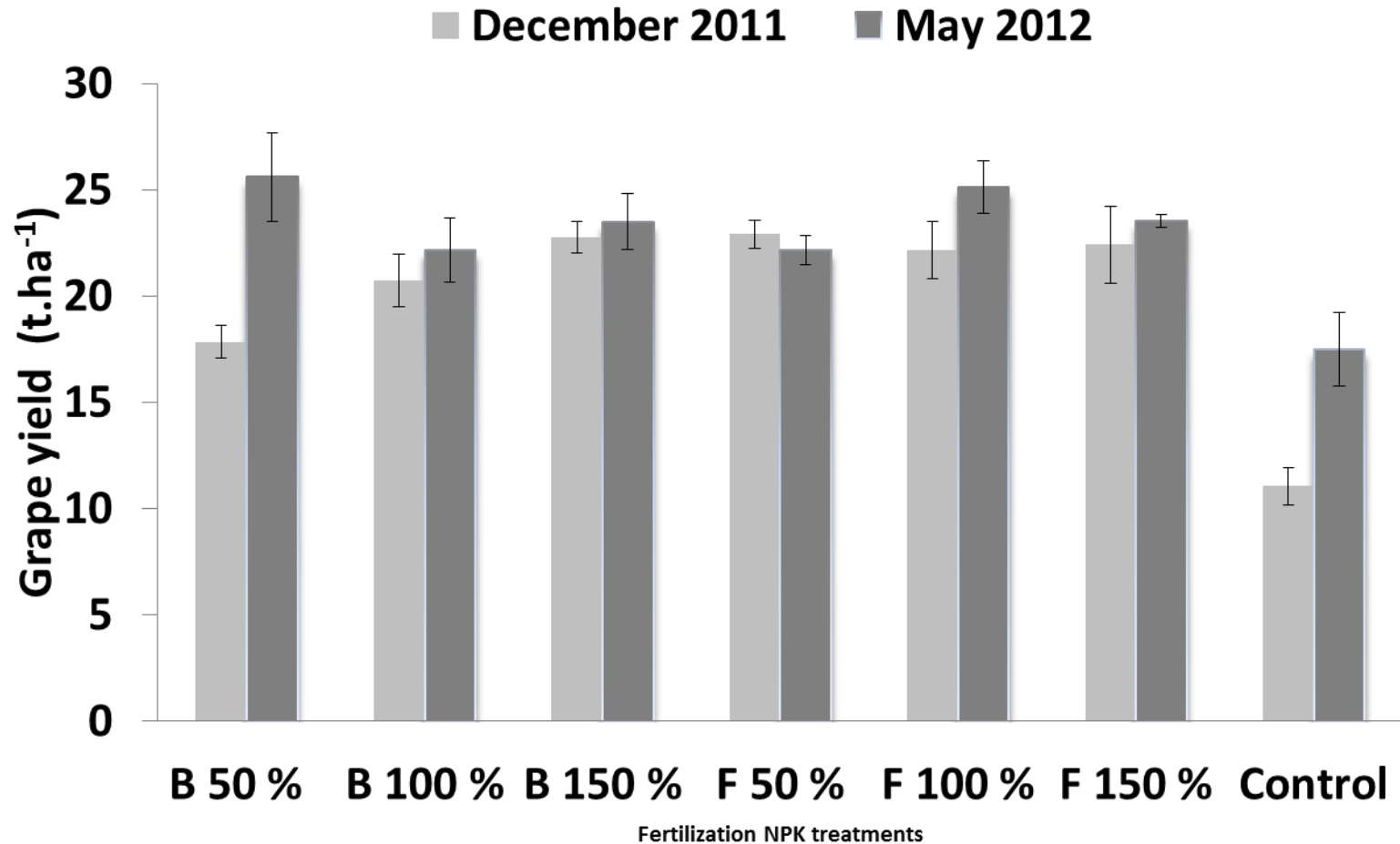
UVA ISABEL EM CAMPO

(BNPK/PNPK)



UVA EM CAMPO

(BNPK/PNPK)



BANANA EM CAMPO

(BNPK/PNPK)

N total no pseudocaule e folhas, em mudas de banana com 6 meses, em função das doses de biofertilizante e de bioprotetor em comparação com a dose recomendada de fertilizante solúvel convencional

Tratamentos	Pseudocaule	Folhas
F	1,57 ± 0,15	0,85 ± 0,12
B1	1,15 ± 0,04	0,83 ± 0,15
B2	1,58 ± 0,16	0,82 ± 0,09
B3	1,54 ± 0,15	0,88 ± 0,08
P1	1,16 ± 0,08	0,69 ± 0,15
P2	1,79 ± 0,12	0,87 ± 0,14
P3	1,87 ± 0,09	0,97 ± 0,08

Produção científica da pesquisa

Publicação em Revistas Internacionais	22
Publicação em Revistas Nacionais	12
Dissertações defendidas	5
Teses defendidas	4
Tese (em fase experimental)	4
ESO e PIBIC	5
Palestras	6
Vídeo e apresentação em TV	3
Patentes (concluídas)	4
Patente (iniciada)	1
Patente programada	1

Agradecimentos

- Ao Prof. **Osvaldo Garcia Junior** – *Acidithiobacillus*
- Ao Prof. **José Pires Dantas** – Biotita (PB)
- Equipe do **NFBNT**
- Empresas – **Botticelli** - Exp. Vale do S. Francisco
Biotech - M.O. (produção do BNPK)
Embrapa (Semi-árido) - Exp. Petrolina
Rede FertBio (Embrapa) - Parceira
- Ao **CNPq** e **FACEPE** - Bolsas e Recursos



A vibrant photograph of a waterfall in a dense, moss-covered forest. The water is white and frothy as it falls over dark, mossy rocks. A faint rainbow is visible at the base of the waterfall, where the water meets a pool. The surrounding forest is lush with green moss and foliage, creating a serene and natural atmosphere.

OBIGADO!