

**FONTES DE FÓSFORO ASSOCIADAS À ADUBAÇÃO ORGÂNICA  
NO PLANTIO DA CANA-DE-AÇÚCAR**

**VANESSA DIAS FACTUR**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**FONTES DE FÓSFORO ASSOCIADAS À ADUBAÇÃO ORGÂNICA  
NO PLANTIO DA CANA-DE-AÇÚCAR**

**VANESSA DIAS FACTUR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Agronomia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador:  
Prof. Dr. Fabio Fernando de Araújo

631.521  
F142f

Factor, Vanessa Dias.

Fontes de Fósforo Associadas á Adubação Orgânica no Plantio de Cana-de-Açúcar / Vanessa Dias Factor. - Presidente Prudente: [s.n.], 2008.

26 p.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, Presidente Prudente, SP, 2008.

Bibliografia

1. Minerais na nutrição de plantas. 2. solos – Fertilidade. I. Título.

**VANESSA DIAS FACTUR**

**FONTES DE FÓSFORO ASSOCIADAS À ADUBAÇÃO ORGÂNICA  
NO PLANTIO DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Dissertação apresentada a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Presidente Prudente, 28 de maio 2008

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Fabio Fernando de Araújo  
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE  
Presidente Prudente – SP

---

Prof. Dr. Carlos Sérgio Tiritan  
Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE  
Presidente Prudente – SP

---

Profa. Dra. Juliana Parisotto Polentine  
Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista  
Paraguaçu Paulista - SP

## DEDICATÓRIA

*Dedico, também, ao meu marido Marcos Padovan e à minha filha Mariana Padovan por todo o apoio, tão imprescindível, para que esta caminhada terminasse com sucesso. Essa vitória também é de vocês amigos e familiares.*

## **AGRADECIMENTOS**

*A Deus pela vida e pelas valiosas oportunidades concedidas.*

*A meu orientador, professor Dr Fábio Fernando de Araújo, que muito me ensinou para a vida profissional, e em quem encontrei, não somente confiança e estímulo, mas amizade e compreensão.*

*Às amigas dos Laboratórios de Fitopatologia, Genética Molecular, Bromatologia e Solos, Márcia Guaberto, Luciana Guaberto, Edna Torquato, pela ótima amizade, atenção, apoio e companheirismo. Obrigada por tudo.*

*Ao amigo do áudio-visual, Edson Neres da Rocha, tanto quanto aos funcionários do laboratório de Informática e à secretária da pós-graduação Keid Ribeiro Kruger, pela eficiência e pelo apoio e pela convivência agradável e cordial.*

*Aos Profs. Drs. do Programa de Pós-Graduação, Mestrado em Agronomia pela ajuda e pelas valiosas dicas de trabalho.*

*À minha amiga Francieli Andrade e à sua família que muito me ajudou nesta jornada. Ethel Aguiar Gaeti Padovan e Luiz Padovan, só tenho a agradecer pela confiança, companheirismo e os muitos momentos de alegria compartilhados, colaborando enormemente para a conclusão deste trabalho.*

## EPÍGRAFE

*“As idéias que defendo não são minhas. Eu as tomei emprestada de Sócrates, roubei de Cheterfield, furtei-as de Jesus. E se você não gostar das idéias deles quais seriam as idéias que você usaria?”*

James C. Hunter



## RESUMO

### **Fontes de fósforo associadas á adubação orgânica no plantio da cana-de-açúcar**

Com o objetivo de avaliar diferentes fontes de adubação fosfatada e sua associação com matéria orgânica, na adubação da cana-de-açúcar (cana de ano), foi conduzido experimento em Penápolis, região noroeste de SP, durante os anos de 2006 / 2007, utilizando-se a variedade RB 72454. Foram realizados seis tratamentos utilizando-se como fontes de fósforo para a cultura os fosfatos: solúvel, reativo e natural, sendo esta última fonte fornecida em três doses associadas com composto orgânico. O adubo fosfatado foi aplicado no sulco durante o plantio. A cultura foi conduzida seguindo os tratos culturais recomendados para a região. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições. Foi avaliado o perfilhamento aos 90 dias; o crescimento e absorção de fósforo pela planta, aos 180 dias; a disponibilidade de fósforo no solo e o rendimento final aos doze meses de idade. Não houve influência da adubação fosfatada no perfilhamento da cana, mas o tratamento que recebeu a adubação com fosfato teve reativo, aumentou o número de entrenós na planta aos 180 dias do plantio. Os tratamentos que receberam a adubação com fosfato solúvel e com fosfato natural, na dose 200 kg por hectare, proporcionaram incrementos significativos quanto a teores de fósforo no tecido foliar aos 180 dias. Os teores de fósforo disponíveis no solo aos 360 dias, após o plantio, foram incrementados pelos tratamentos com fosfato reativo e natural em maiores doses associados à de matéria orgânica. Os resultados na produtividade da cultura mostraram que a utilização de diferentes fontes de fósforo no plantio não alteraram significativamente a produção de cana-de-açúcar.

**Palavras chaves:** Minerais na nutrição de plantas; Solos – Fertilidade

## **ABSTRACT**

### **Sources of phosphorus in association with organic fertilization sugarcane crop**

The objective of this work was to evaluate different sources of phosphorus fertilization in association with organic matter in sugarcane crop. The experiment was conducted in Penápolis, northwest region of the Sao Paulo state, Penapolis during 2006/2007 agricultural year with RB 72454 genotype. Six treatments were done with phosphorus sources for the crop in soluble, reactive and natural form being this last source supplied in three doses associated with organic matter. The phosphate fertilization was applied in the ridge during the sowing. Crop was conducted following the rules for the region. The complete randomized blocks design was used with four repetitions. The following characteristic were studied: sugarcane tillering was at 90 days, growth and absorption of phosphorus by the plant at 180 days, soil soluble phosphorus at 360 days and yield at twelve months old crop. Results indicated that there was no influence of phosphate fertilization in crop tillering, whereas the treatment that received fertilization with reactive phosphate increased the number of internodes in the plant at 180 days. Treatments that had received fertilization with soluble phosphate and natural phosphate in 200 dose kg per hectare provided significant increments in foliar P concentration at 180 days. Concentration of phosphorus in soil was increased with fertilization using reactive e natural phosphate in association with organic matter. The results of productivity of the culture showed that the use of different sources of phosphorus in the culture did not modify significantly the production of the year sugarcane.

**Key words-** Mineral nutrition of plants; Soil - Fertility

## SUMÁRIO

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 1 INTRODUÇÃO .....              | 10 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS.....       | 14 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....   | 18 |
| 4 CONCLUSÃO.....                | 23 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 24 |

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de cana de açúcar (*Sacharum officinarum*) do mundo, seguido pela Índia e pela China. A safra nacional de cana-de-açúcar, no ano de 2006, foi de 455 milhões de toneladas, com rendimento médio de 74 Mg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2007). A região Centro-Sul produziu na safra passada (2006 – 2007) 371 milhões de toneladas, ou seja, alcançou um aumento de 34 milhões de toneladas em relação à safra 2005/06 (ÚNICA, 2007), correspondendo a 85% da safra brasileira. De acordo com Koffler (1987), a cultura tem se expandido para os mais variados tipos de solo mesmo para aqueles com características muito diferentes dos padrões considerados ideais a produção. De maneira geral nesses solos ocorre restrição ao desenvolvimento radicular em profundidade, o que pode prejudicar a absorção da água e aumentar o estresse das plantas.

Segundo Vitti e Mazza (2002), o planejamento das atividades envolvidas com a cultura da cana-de-açúcar, desde o plantio até a sua colheita, representa uma etapa extremamente importante na sua exploração econômica. Considerando-se a adubação e a nutrição da cana dentro deste contexto, pode-se dizer que sua eficiência no incremento da produtividade será tanto maior quanto melhor for o ajuste dos fatores de produtividade.

Os solos brasileiros, sob clima tropical, apresentam, em sua maioria, carência de fósforo (P), em consequência do material de origem e da forte interação do P com o solo, uma vez que menos de 0,1% deste elemento encontra-se em solução (CORRÊA, 2004).

O fósforo, na dinâmica dos nutrientes no solo e considerado o único nutriente que “envelhece” no solo, passando da forma lábil para a não lábil, implicando na diminuição da disponibilidade do fósforo, aplicado ao solo em adubações, com o passar do tempo (VALE et al., 1995). Desta forma, existe a necessidade de, frequentemente, serem fornecidas quantidades consideráveis de fósforo ao solo para suprimento nutricional das culturas agrícolas.

A maior parte das matérias primas usadas na fabricação de fertilizantes fosfatados é extraída de minas, cujo principal mineral é a fluorapatita (VAN RAIJ, 1991). A adubação fosfatada no cultivo de cana-de-açúcar tem sido realizada com

aplicação, na maioria das vezes, de fontes de fósforo solúveis; isto tem elevado o custo da adubação de plantio na cultura. Por outro lado, existe a disponibilidade no mercado de fontes de fósforo de baixa solubilidade conhecida como fosfatos naturais e reativos.

Os fosfatos naturais sedimentares (fosforitas) são originários de rochas sedimentares, resultantes do acúmulo e consolidação de materiais degradados de rochas pré-existentes. O fosfato natural é considerado reativo quando 30% do P total é solubilizado em solução de ácido cítrico (2%). Neste grupo se enquadram os fosfatos extraídos do norte da África (GAFSA; DAOUI), Israel (Arad) e Estados Unidos (Carolina do Norte) (BRAITHWAITE et al., 1990). Estes materiais são de baixo custo e podem ser utilizados fazendo parte de estratégias de adubação fosfatada nas culturas.

O estudo dos elementos macronutrientes, utilizados na fertilização da cana-de-açúcar, tem consumido grande parte do tempo, despendido em pesquisas desenvolvidas no setor, especialmente quanto o fósforo, nitrogênio e potássio. Orlando et al. (1980), estudando o crescimento e a absorção de macronutrientes pela cana-de-açúcar, variedade CB4176, em função da idade, em solos do Estado de São Paulo, verificaram que, tanto para a cana-planta como para a cana soca, o potássio e o nitrogênio são nutrientes extraídos em maiores quantidades que o fósforo. Entretanto é consenso que, na maioria dos solos cultivados no Brasil, o fósforo é o elemento cuja deficiência no solo mais limita a produção agrícola.

A adubação fosfatada para a cana de açúcar é amplamente reconhecida como uma prática eficaz para elevar a produtividade dos canaviais, principalmente nos solos brasileiros que são, em geral, pobres desse nutriente. Embora o fósforo seja um dos macronutrientes menos exigente pelas plantas de cana-de-açúcar, as dosagens utilizadas estão entre 80 e 150 kg de  $P_2O_5$   $ha^{-1}$ . Em solos com teores de fósforo inferior a 10 mg  $dm^{-3}$ , geralmente a resposta à adubação fosfatada é expressiva (ZAMBELLO JR. et al., 1981), porém recebe também a influência da fonte e da forma de aplicação do fertilizante. A adubação fosfatada durante o plantio é mais importante pelo fato de que representa a única ocasião em que o fósforo pode ser colocado em profundidade e próximo às raízes. Por essa razão e pelo fato de que existe efeito residual, Albuquerque e Marinho (1984) informam que a resposta na produtividade é maior na cana planta e que, quanto

maior a quantidade de fósforo aplicado no plantio, menor será a possibilidade de resposta de adubação em cobertura, nas soqueiras.

As recomendações para adubações fosfatadas nas regiões produtoras de cana-de-açúcar, no país, baseiam-se em estudos específico de calibração, envolvendo o teor dos nutrientes do solo fornecido por análise química e resposta da cultura à adubação fosfatada, (ZAMBELLO Jr. et al., 1981). Em alguns casos, as recomendações na adubação da cana pode ser de até 180 kg de  $P_2O_5$   $ha^{-1}$ ; contudo a recomendação para fornecimento de fósforo, no estado de São Paulo, é baseada na extração do elemento, em amostras de solo, com resina de troca iônica (VAN RAIJ et al., 1986).

Quando fosfatos solúveis são aplicados em solos ácidos, o fósforo solúvel é precipitado rapidamente ao formar colóides de Al-P e Fe-P (BRANCO et al. 2001). Isto sugere que a capacidade de fixação de P no solo está diretamente relacionada á presença de óxidos de ferro e alumínio, presentes em solos arenosos e argilosos. Segundo Dias Correia (1980) o conteúdo em P do solo oscila entre 500 e 2500 kg  $ha^{-1}$ , dos quais 15% a 70% se encontram fortemente adsorvidos em formas inorgânicas. Em São Paulo, Rodrigues (1980), analisando 100 amostras de solos de várias localidades, observou que a fixação de P pode chegar até a 72% da quantidade aplicada. Em solos arenosos, com concentrações elevadas de Fe e Al, um quarto do fósforo aplicado se estabiliza em sete dias, e o total fica estabilizado em 14 a 21 dias, com eficiência da aplicação próxima de 5% (GRIFFIN et al., 2003). Diante destes fatos, pode-se afirmar, que quando se utiliza fosfatos solúveis em água, na adubação há a necessidade de fornecimento do fósforo além das quantidades requeridas pelas plantas (BRADY, 1974).

A utilização de fosfatos solúveis em água constitui a forma mais satisfatória de suprir a necessidade das plantas. Contudo há necessidade de adubações além das quantidades requeridas pelas plantas devidas perdas sofridas para o solo (TSUNECHIRO; FERREIRA, 1996). O fosfato natural é utilizado há décadas como fertilizante para diferentes culturas, sendo encontrados respostas diferenciadas, dependendo da cultura e do solo. As principais reservas brasileiras de fosfato natural estão localizadas nos estados de Minas Gerais, Goiás e São Paulo, ainda que nos estados de Pernambuco, Maranhão e Santa Catarina encontram-se minas menores (SOUZA, 1996). A fosforita (fosfato natural) é uma rocha fosfatada,

com aproximadamente 24% de fósforo total, de baixo custo, porém com reduzido teor de fósforo solúvel. Este material pode se constituir em excelente fonte de fósforo, acessível aos agricultores, desde que atenda às necessidades para cultivos anuais. A disponibilidade de fósforo solúvel, através da aplicação de fosfatos naturais, está sujeita a lenta solubilização do fosfato, o que limita a sua aplicação em culturas de rápido crescimento (KUCEY et al., 1989). A associação de fosfatos reativos com resíduos orgânicos, enriquecidos com microrganismos solubilizadores de fósforo, tem proporcionado resultados satisfatórios na solubilização do fósforo (HUSSAIN et al., 2001). Por outro lado, o simples fato da presença de matéria orgânica disponibiliza fósforo em fosfatos insolúveis, provavelmente pela atividade microbiana saprofítica (BRANCO et al., 2001).

O processo de solubilização do fósforo é na verdade realizado por microrganismos do solo. Ensaio com inoculações de microrganismos solubilizadores de fosfatos de rocha permitiram a obtenção de dados comparáveis à aplicação de fosfato solúvel em trigo (KUCEY, 1988). A atividade microbiana no solo é fundamental para as transformações encontradas na ciclagem dos nutrientes no solo.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de fontes de fósforo e adubação orgânica no crescimento e produtividade da cultura da cana de açúcar, variedade RB 72454, em estágio de cana planta.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um experimento de campo, instalado no Sítio Santo Antônio, Bairro Córrego dos Pintos - latitude 21° 18'45.21" S e longitude 50° 5' 0.02" W a 404 metros de altitude, localizado no município de Penápolis, Estado de São Paulo no período de setembro 2006 á setembro de 2007. O solo da área experimental apresenta textura arenosa, sendo classificado como LATOSSOLO VERMELHO AMARELO (EMBRAPA, 1999). A análise para caracterização de atributos químicos do solo (0-20 cm) foi realizada no laboratório de solos UNOESTE (Presidente Prudente, SP), seguindo metodologia descrita por Van Raij et al. (2001), a mesma apresentada na Tabela 1.

TABELA 1 - Atributos químicos do solo no local do experimento

| pH  | M. orgânica.<br>(g dm <sup>-3</sup> ) | Ca<br>(mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | Mg<br>(mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | K<br>(mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | P<br>(mg dm <sup>-3</sup> ) | CTC<br>(mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | V<br>(%) |
|-----|---------------------------------------|---|---|--|-----------------------------|--|----------|
| 5,2 | 14                                    | 35  | 8   | 1,0  | 32                          | 72   | 61       |

O plantio foi realizado em setembro de 2006, utilizando-se a variedade de cana de açúcar RB 72454, pode ser utilizada como cana de ano, não exigente em condições de solo, boa para colheita mecanizada, fechamento de linhas, suscetível a nematóides, raramente floresce, resistente a seca, época de colheita, de setembro à novembro.

Para preparo de solo da área, houve a eliminação de soqueira de cana do ciclo anterior, efetivada por duas gradagens pesadas com 30 a 40 cm de profundidade, em seguida retirou-se a aplicação de 619 kg de calcário dolomítico por hectare, de acordo com a recomendação de Van Raij et al. (1986). Foi realizada uma subsolagem com 40 a 60 cm de profundidade e anteriormente ao plantio, fez-se uma gradagem de nivelamento na área. O plantio foi realizado em sulcos com profundidade de 30 cm e espaçamento de 1,40 metros entre linhas, com auxílio de



sulcador mecanizado. Utilizou-se, como adubação de plantio, 40 kg ha<sup>-1</sup> de N e 75 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Para o cobrimento das canas foi utilizado um “tampador” mecanizado que realizou o cobrimento dos toletes e promoveu-se a aplicação dos seguintes defensivos químicos: Carbofuran (Furadan 350 SC), na dosagem de 3,0 L do produto comercial por hectare, e Fipronil (Regente 800 WG), na dosagem de 3,5 L do produto comercial por hectare. Decorridos sete dias do plantio, houve a aplicação de herbicidas para controle de plantas daninhas. Foram utilizados os seguintes herbicidas: Clomazone (4 L ha<sup>-1</sup>) e Diuron (3 kg ha<sup>-1</sup>).

Para a realização e avaliação da adubação fosfatada no plantio da cana foram utilizadas três fontes de fósforo, considerando-se o teor de P total: 1 - Fósforo solúvel (Super fósforo simples, 18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> solúvel em água); 2 - Fósforo reativo (Fósforo Daoui, 32 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 31% solúvel em ácido cítrico); 3 - Fósforo natural (Fosforita alvorada, 24% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 20% solúvel em ácido cítrico). O fósforo natural foi empregado associado à matéria orgânica obtida pela compostagem prévia de bagaço de cana com esterco bovino, cuja análise química final do composto apresentou a seguinte composição (%): Umidade - 35,3; pH - 7,5; matéria orgânica - 27,5; fósforo - 0,9; nitrogênio - 1,0; potássio - 0,6; cálcio - 4,5; relação C/N - 15.

A definição da dosagem de fósforo (100 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) aplicada por cada fonte de fósforo foi baseada na análise química do solo e no recomendado por Van Raij et al. (1986), para o fornecimento de fósforo para cultivo da cana planta no Estado de São Paulo. Os tratamentos descritos abaixo (Tabela 2) foram aplicados diretamente no sulco, por ocasião do plantio. Na mistura do fósforo natural com o composto orgânico considerou-se, para fins de cálculo de dosagem, o teor total de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> após a mistura, de acordo com análise química efetuada no material. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições, representadas por parcelas de quatro sulcos com dez metros de comprimento.

TABELA 2 - Tratamentos conduzidos no experimento

| <b>Tratamentos</b> | <b>Descrição</b>  |
|--------------------|---|
| Testemunha         | Sem fornecimento de P   |
| Fosfato solúvel    | Fornecimento de 100 kg de $P_2O_5$ $ha^{-1}$ tendo como fonte o super fosfato simples   |
| Fosfato reativo    | Fornecimento de 100 kg de $P_2O_5$ $ha^{-1}$ tendo como fonte o fosfato de Daoui  |
| Fosfato natural    | Fornecimento de 100 kg de $P_2O_5$ $ha^{-1}$ tendo como fonte a fosforita alvorada misturada com 2,0 Mg $ha^{-1}$ de composto orgânico. |
| Fosfato natural 2x | Fornecimento de 200 kg de $P_2O_5$ $ha^{-1}$ tendo como fonte a fosforita alvorada misturada com 4,0 Mg $ha^{-1}$ de composto orgânico. |
| Fosfato natural 4x | Fornecimento de 400 kg de $P_2O_5$ $ha^{-1}$ tendo como fonte a fosforita alvorada misturada com 6,0 Mg $ha^{-1}$ de composto orgânico. |

As avaliações realizadas durante a condução do experimento foram: contagem e medição de altura de perfilhos aos 90 dias, após, o plantio, contando-se os perfilhos das duas linhas centrais de cada parcela; avaliação da parte aérea (altura, número de entre nós, massa fresca das plantas), coletando-se dez plantas por parcela, e avaliação foliar, coletando-se dez folhas +1 por parcela, ambas aos 180 dias. Após a coleta as folhas foram levadas ao laboratório de análises químicas da Unoeste, Presidente Prudente, SP, onde se procedeu a análise de composição nutricional no tecido foliar, seguindo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

A avaliação final foi realizada após um ano, em setembro de 2007, iniciada com a análise de fósforo disponível no solo (VAN RAIJ et al., 2001), coletando-se amostras do mesmo com auxílio trado na profundidade de 20 - 40 cm,

na linha de plantio de cada parcela e concluída com a obtenção da produtividade da cultura, que foi efetivada pesando-se a planta colhida em duas linhas centrais de cada parcela com auxílio de balança. Foi também determinada, a qualidade da matéria prima pela quantificação da concentração de sólidos solúveis no caldo (Brix), retirando-se 10 canas por parcela para análise tecnológica.

Os índices pluviométricos ocorridos durante a condução do experimento estão descritos na figura 1.

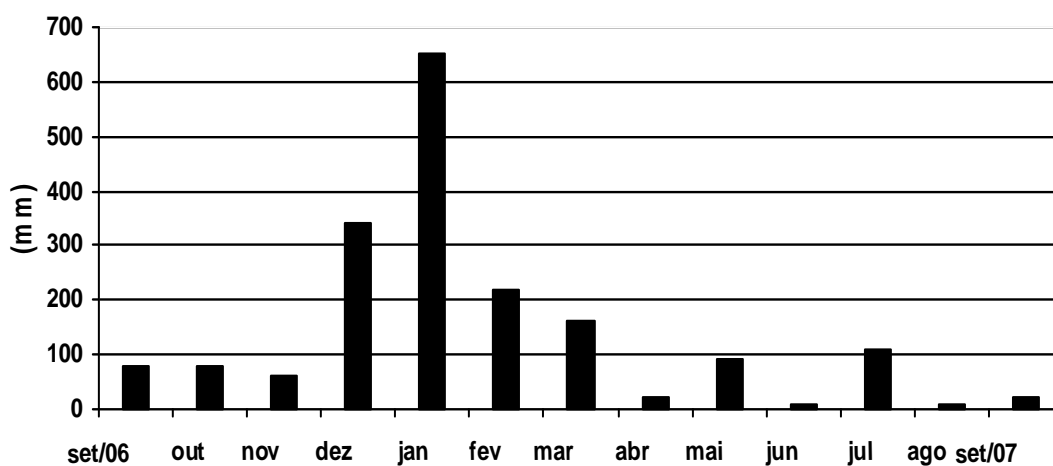


FIGURA 1 - Índices pluviométricos no período do experimento

Empregou-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000), para a realização da análise de variância dos dados obtidos. Para comparação de médias utilizou-se o teste t ( $P < 0,05$ ).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados pluviométricos coletados (Figura 1) mostram a distribuição de chuvas durante o período do experimento. Após o plantio houve baixo volume de chuvas e o período de seca, que se estendeu de março a setembro no ano de 2007, mostra que a distribuição irregular da chuva foi desfavorável a agricultura (média mensal de 52 mm), o que pode ter ocasionado déficit hídrico para a cultura, ocasionando redução no de seu crescimento durante esta fase da condução do experimento.

A tabela 3 mostra que não houve influência da adubação fosfatada no perfilhamento da cana. Isto confirma o que relataram Casagrande et al. (1991), que o perfilhamento é uma característica genética da forma de cultivar, sendo pouco influenciada pelo ambiente. O tratamento com aplicação da menor dose de fosfato natural apresentou altura de perfilhos inferior aos outros tratamentos fosfatados. Os componentes de produção da cana avaliados aos 180 dias de idade revelaram, também, pouca influência dos diferentes tratamentos com fontes de fósforos conduzidos (Tabela 4). Apenas o tratamento utilizando o fosfato reativo aumentou o número de entre nós no colmo da cana comparado à testemunha aos 180 dias de idade

TABELA 3 - Perfilamento e altura da cana após 90 dias de plantio com diferentes fontes de adubação fosfatada

| Tratamentos   | Nº de perfilhos por metro | Altura de perfilhos (m) |
|---|---------------------------|-------------------------|
| Testemunha  | 10,7 ab <sup>1</sup>      | 1,66 ab                 |
| Fosfato solúvel (100 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 9,2 b                     | 1,91 a                  |
| Fosfato reativo (100 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 10,9 ab                   | 1,85 a                  |
| Fosfato natural (100 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 10,4 ab                   | 1,53 b                  |
| Fosfato natural (200 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 11,4 ab                   | 1,79 a                  |
| Fosfato natural (400 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 11,5 a                    | 1,80 a                  |
| CV (%)  | 13,0                      | 7,15                    |

1-Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente de acordo com o teste t (P<0,05).

TABELA 4 - Crescimento da cultura aos 180 dias após o plantio com diferentes fontes de adubação fosfatada

| Tratamentos   | Altura de plantas (m) | Diâmetro de colmo (cm) | Nº de entrenós por planta | Massa fresca da p. aérea (kg) |
|---|-----------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Testemunha  | 3,43 a                | 2,94 ab                | 5,9 b                     | 1,19 ab                       |
| Fosfato solúvel (100 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 3,45 a                | 2,86 b                 | 7,0 ab                    | 1,12 b                        |
| Fosfato reativo (100 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 3,49 a                | 2,90 ab                | 7,6 a                     | 1,19 ab                       |
| Fosfato natural (100 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 3,50 a                | 3,00 a                 | 7,2 ab                    | 1,28 a                        |
| Fosfato natural (200 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 3,51 a                | 2,91 ab                | 7,1 ab                    | 1,23 ab                       |
| Fosfato natural (400 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 3,46 a                | 2,98 ab                | 7,0 ab                    | 1,17 ab                       |
| CV (%)  | 2,50                  | 2,98                   | 14,5                      | 6,85                          |

1-Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente de acordo com o teste t (P<0,05).

A análise foliar, realizada aos 180 dias após o plantio, revela que os tratamentos que receberam a adubação com fosfato solúvel e com fosfato natural, na dose 200 kg por hectare, proporcionaram incrementos significativos nos teores de fósforo do tecido foliar (Figura 2). Segundo Van Raij e Cantarella (1986), a faixa ideal para teores de fósforo no tecido da cana de açúcar é de 1,5 a 3,0 kg<sup>-1</sup>. Portanto, as plantas testemunha, nesta idade, já estariam com valores de fósforo abaixo do ideal. Este fato demonstra que, mesmo o solo apresentando teores consideráveis de fósforo (Tabela 1), a planta apresenta deficiência que pode estar relacionada ao equilíbrio dos nutrientes neste solo.

Maule et al., (2001) encontraram diferenças na absorção de fósforo pela cana em dois tipos de solos (planossolo e podzólico), mesmo os dois apresentando teores semelhantes de fósforo. A análise de fósforo solúvel no solo, realizado aos 360 dias após o plantio revelou que os tratamentos com adubação fosfatada, com base em fosfatos reativos (100 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) e naturais com 200 e 400 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, apresentaram aumento nos teores de fósforo solúvel quando comparados à testemunha (Figura 3).

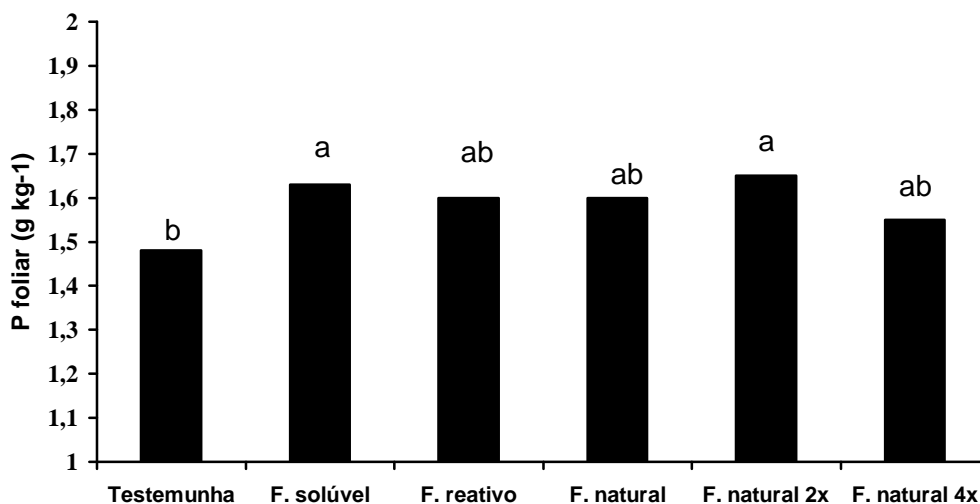


FIGURA 2 - Teor de fósforo no tecido foliar da cana, aos 180 dias após o plantio, com diferentes fontes de adubação fosfatada. Colunas com mesma letra não diferem estatisticamente de acordo com o teste t ( $P < 0,05$ )

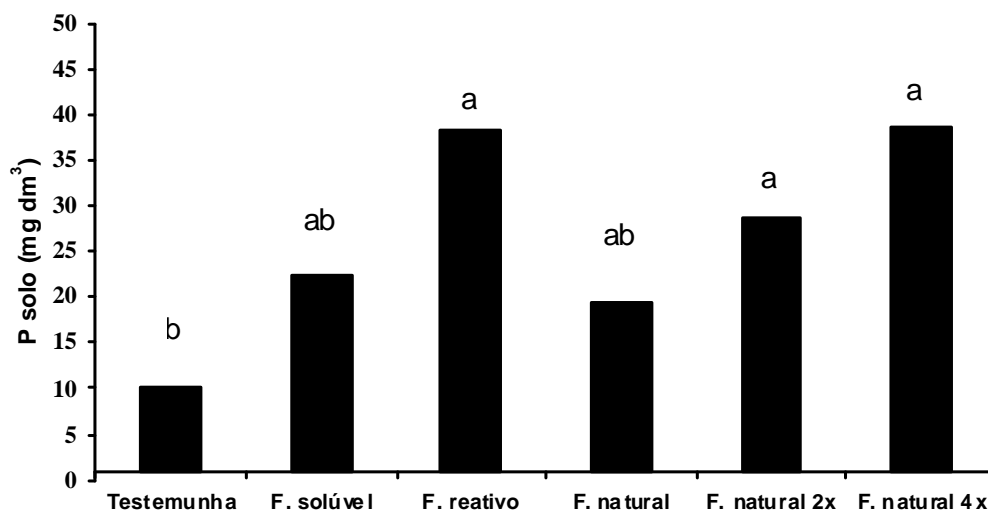


FIGURA 3 - Teor de fósforo solúvel no solo, aos 360 dias após o plantio, com diferentes fontes de adubação fosfatada. Colunas com mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste t ( $P < 0,05$ )

A resposta da cultura na absorção do fósforo, com relação tratamento com fosfato natural ( $200 \text{ kg ha}^{-1}$ ) associado com o composto orgânico, pode ser devido a maior disponibilização deste elemento na fonte fosfatada e presença da matéria orgânica a qual pode incrementar a atividade microbiana no solo. Este aumento na disponibilização de fósforo foi confirmado pela análise de solo efetuada no experimento (Figura 3). Nardin (2007), utilizando torta de filtro como adubação orgânica da cana, visando ao fornecimento de fósforo, não encontrou aumento na absorção deste elemento, mesmo utilizando aplicação de  $60 \text{ Mg ha}^{-1}$  do resíduo. Apenas foi encontrado aumento do teor de fósforo solúvel no solo. Magnanti et al. (2005), utilizando a fosforita alvorada em adubação fosfatada de pastagens, também encontrou aumento nos teores de fósforo no solo quando utilizou o dobro da dose recomendada. Estes resultados confirmam que a fosforita, em função do seu baixo custo, associada com adubação orgânica pode ser uma alternativa viável para adubação fosfatada em plantio da cana de açúcar.

Os resultados de produtividade da cultura mostraram que a utilização de diferentes fontes de fósforo no plantio não alterou significativamente o rendimento agrícola da cana no ano (Figura 4). Pois que os valores de brix obtidos ficaram próximos a 20%, com poucas diferenças entre os tratamentos conduzidos. Isto sugere que as diferentes fontes de fósforo, utilizadas na adubação de plantio da

cana, tiveram desempenho semelhante aquela em que houve fornecimento de fósforo para o desenvolvimento da cana de ano.

A associação de matéria orgânica, em alguns tratamentos que receberam fosfato natural, também não influenciou no rendimento final da cultura. Os resultados de rendimento agrícola, encontrados neste trabalho, confirmam ao encontrado por Anjos et al. (2007) não houve grandes diferenças na avaliação final de rendimento em cana de ano que recebeu adubação fosfatada de fonte mineral ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) ou orgânica, utilizando-se esterco de curral ( $30 \text{ Mg ha}^{-1}$ ). Nardin (2007) também não encontrou incremento de produção em cana de ano que recebeu  $60 \text{ Mg ha}^{-1}$  de torta de filtro.

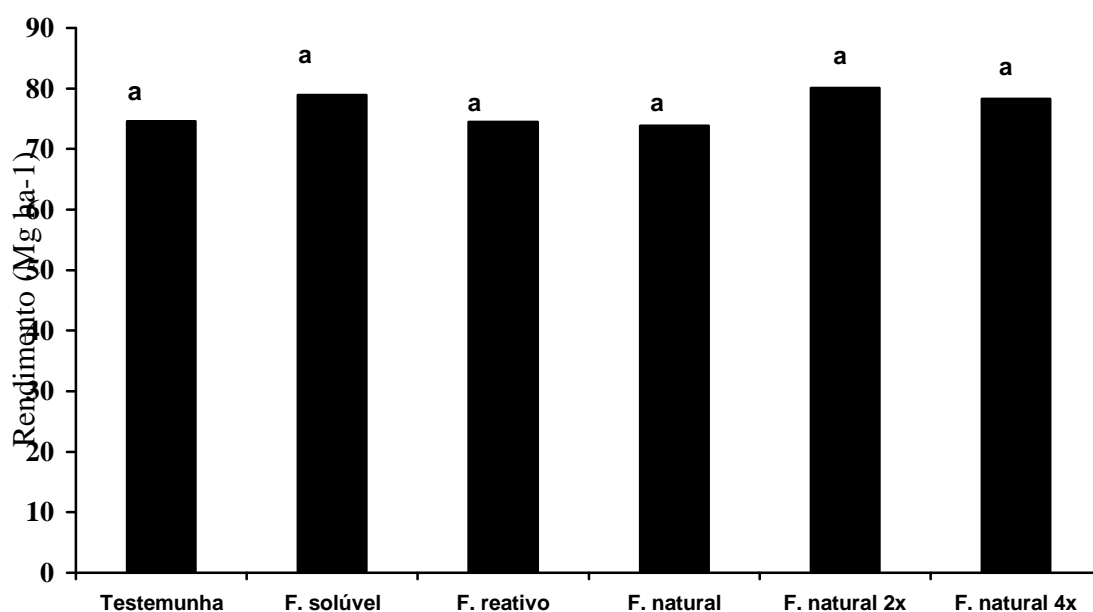


FIGURA 4 - Rendimento de colmos de cana-de-açúcar colhida aos doze meses após o plantio com diferentes fontes de fósforo. Colunas com mesma letra não diferem estatisticamente de acordo com o teste t ( $P < 0,05$ )

A produção da cana de ano encontrada neste estudo pode ter sido influenciada, principalmente, pelas condições climáticas desfavoráveis durante o período de condução do experimento como também pelo manejo fitossanitário. Contudo, os valores médios de produtividade encontrados na colheita ficaram próximos aos da média nacional de produtividade da cultura ( $85 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) em 2006 (IBGE, 2007).



#### 4 CONCLUSÕES

A utilização de fosfato solúvel e natural, na dosagem de 200 kg por hectare, proporcionou aumento do teor de fósforo na parte aérea da cana, aos 180 dias de idade.

Os teores de fósforo solúvel no solo, aos 360 dias após o plantio, foram incrementados pela utilização do fosfato reativo e natural associado com a adubação orgânica.

Os rendimentos finais da cana de ano não foram influenciados pela fonte de adubação fosfatada e matéria orgânica utilizada no experimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, G. A. C.; MARINHO, M. L. Efeito residual de fósforo em cana-de-açúcar nos tabuleiros de Alagoas. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 3., -1984, São Paulo - SP. **Anais...** São Paulo: STAB, 1984. p. 219.

ANJOS, I. A. et al. Efeitos da adubação orgânica e da época de colheita na qualidade da matéria prima e nos rendimentos agrícola e de açúcar mascavo artesanal de duas cultivares de cana-de-açúcar. **Cienc. Agrotéc.**, v. 31, p. 59-63, 2007.

BRADY, N. C. **The nature and properties of soils**. New York: MacMillan, 1974. 639 p.

BRAITHWAITE, A. C.; EATON, A. C.; GROOM, P. S. Factors affecting the solubility of phosphate rock residues in 2% citric acid and 2% formic acid. **Fertilizer research**, v. 23, p. 37-42. 1990.

BRANCO, S. M. et al. Compostagem: Solubilização biológica de rocha fosfática na produção de fertilizante organomineral. **Revista de engenharia sanitária e ambiental**, v. 6, p. 115-122, 2001.

CORRÊA, J. C. Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciada pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 1231-1237, 2004.

DIAS CORREIA, A. A. **Bioquímica nos solos de pastagens e forragens**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1980. 142 p.

EMBRAPA. disponível em: <[www.embrapa.com.br](http://www.embrapa.com.br)>. Acesso em: 19 de setembro de 2007.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA. 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000, p. 255-258.

GRIFFIN, T. L. et. al. Changes in soil phosphorus in manure applications. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 67, p. 645-653. 2003.

HUSSAIN, A. A.; ABO GHALIA, H. H.; ABDALLAH, S. A. Rock phosphate solubilization by Aspergilli species grown on olive-cake waste and its application in plant growth improvement. **Egyptian Journal of Biology**, v. 3, p. 89-86, 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <[www.ibge.gov.br/home/ estatísticas / indicadores](http://www.ibge.gov.br/home/estatísticas/indicadores)>. Acesso em: 19 de setembro de 2007.

KUCEY, R. M. N.; et. al. Microbially mediated increases in plant-available phosphorus. **Advances in Agronomy**, v. 42, p. 199-228. 1989.

MAGNANTI, N. J.; ALMEIDA, M.; MAFRA, A. L. Desempenho do fosfato natural alvorado comparado ao superfosfatotriplo na introdução de pastagem perene de inverno. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 4, p. 133-144, 2005.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Associação Brasileira para pesquisa de potassa e do fosfato, 1997. 201 p.

MAULE, R. F.; MAZZA, J. A.; MARTHA JR., G. B. Produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita. **Scientiae Agricola**, v. 58, p. 259-301, 2001.

NARDIN M. R. **Torta de filtro aplicada em argissolo e seu efeito agrônômico em duas variedades de cana de açúcar**. 2007, 39 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Agrônômico de Campinas, Campinas.

ORLANDO FILHO, J.; HAAG, H. P.; ZAMBELLO JR. E. Crescimento e absorção de macronutrientes pela cana-de-açúcar, variedade CB 41-76, em função da idade, em solos do Estado de São Paulo. **Boletim Técnico do Planalsucar**, Piracicaba, v. 2, p. 3-128, 1980.

RODRIGUES, M. R. **Fatores que afetam a fixação de fosfatos nos solos do estado de São Paulo**. 1980, 88 p. Dissertação (mestrado) - Escola Superior de agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SOUZA, E. C. A. **Uso agrônômico do fosfato natural**. São Paulo: Unesp, 1996. 56 p.

TSUNECHIRO, A.; FERREIRA, C. R. P. T. Aspectos econômicos da adubação do milho no Brasil. **Informações econômicas**, v. 26, p. 21-28, 1996.

ÚNICA - União da Agricultura Canavieira. **Estatística da cana-de-açúcar**. Disponível em: <[www.portalunica.com.br/portalunica/files/referencias/estatistica](http://www.portalunica.com.br/portalunica/files/referencias/estatistica)>. Acesso em: 14/01/2007.

VALE, F. R.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo: dinâmica e disponibilidade dos nutrientes de plantas**. Lavras: UFLA, 1995. 171 p.

VAN RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ceres, 1991. 343 p.

VAN RAIJ, B. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: IAC, 2001. 284 p.

VAN RAIJ, B. et al. (Eds.). **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto agrônômico, 1986. 285 p. (Boletim técnico, 100).

VITTI, G. C.; MAZZA, J. **Planejamento, estratégia de manejo e nutrição da cana de açúcar**. Piracicaba: Potafós, 2002. 16 p.

ZAMBELLO JR., E.; ORLANDO FILHO, J.; RODELLA, A. A. Recomendação de adubação fosfatada para cana-de-açúcar através da análise química do solo. **Brasil Açucareiro**, v. 3 p. 38-43, 1981.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)