



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
EMBRAPA – AMAZÔNIA ORIENTAL



**VIABILIDADE AGROECONÔMICA DA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NA
RECUPERAÇÃO DE ÁREA DE PASTAGEM DEGRADADA COM FOSFATO ARAD
NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

PEDRO EMERSON GAZEL TEIXEIRA

BELÉM
2010



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
EMBRAPA – AMAZÔNIA ORIENTAL



**VIABILIDADE AGROECONÔMICA DA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NA
RECUPERAÇÃO DE ÁREA DE PASTAGEM DEGRADADA COM FOSFATO ARAD
NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

PEDRO EMERSON GAZEL TEIXEIRA

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e Embrapa – Amazônia Oriental, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias: área de concentração Agroecossistemas da Amazônia, para obtenção do título de **Doutor**.

Orientador:

Engenheiro Agrônomo Prof. Dr. ANTONIO RODRIGUES FERNANDES

**BELÉM
2010**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
EMBRAPA – AMAZÔNIA ORIENTAL



VIABILIDADE AGROECONÔMICA DA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NA
RECUPERAÇÃO DE ÁREA DE PASTAGEM DEGRADADA COM FOSFATO ARAD
NA AMAZÔNIA ORIENTAL

PEDRO EMERSON GAZEL TEIXEIRA

Tese apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia e Embrapa – Amazônia Oriental, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Ciências Agrárias: área de concentração Agroecossistemas da Amazônia, para obtenção do título de **Doutor**.

Aprovada em 26 de março de 2010

BANCA EXAMINADORA

Antonio Rodrigues Fernandes, Prof. Doutor - Orientador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

Paulo Júlio da Silva Neto, Doutor - 1ª Examinador
CEPLAC - ERJOH

Célia Maria Braga Calandrini de Azevedo, Doutora - 2º Examinadora
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL

George Rodrigues da Silva, Prof. Doutor- 3º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

Sérgio Antônio Lopes de Gusmão, Prof. Doutor - 4º Examinador
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

“A agricultura é a única profissão que não é odiosa a ninguém e a que menos expõe os homens aos maus pensamentos, e mais, o maior louvor que se pode fazer a um homem é apresentá-lo como um bom agricultor”

Publio Catão, 200 anos a C.

DEDICO

A Deus pelo dom da vida.

À família em que fui constituído, sobretudo aos meus pais, Leopoldino Bolivar Teixeira e Humbertina Gazel Teixeira, que não tiveram curso superior, mas foram os que me ensinaram as melhores lições da minha vida. (*in memoriam*)

Ao Doutor Paulo Cícero Gazel Teixeira, que conheci nove meses antes de nascer e que foi para mim um completo exemplo de vida enquanto esteve entre nós. (*in memoriam*)

A família que constituí, principalmente meus filhos Juliana Maia Teixeira e Pedro Paulo Maia Teixeira, cujo procedimento me tem dado muito orgulho e a paz necessária ao enfrentamento das jornadas da minha vida.

Aos Mestres e amigos desde a Escola de Agronomia da Amazônia, da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará e da Universidade Federal Rural da Amazônia, em especial ao grande Mestre Professor Rubens Rodrigues Lima.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural da Amazônia, pela oportunidade de realização deste curso e ao corpo docente do curso de doutorado.

À Coordenadoria do Curso de Doutorado de Ciências Agrárias da UFRA.

Ao Instituto de Ciências Agrárias, Professores, Funcionários e Técnicos pela amizade e apoio.

Ao Orientador Professor Dr. Antonio Rodrigues Fernandes, e aos componentes da Banca Examinadora pela grande dedicação e participação neste trabalho.

A todos os colegas de curso pelo companheirismo e solidariedade.

E a todos que de uma forma direta ou indireta colaboraram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	8
LISTA DE FIGURAS.....	10
CAPÍTULO 1 - FOSFATO NATURAL REATIVO DE ARAD E NPK NA RECUPERAÇÃO DE ÁREA SOB PASTAGEM DEGRADADA EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO-LAVOURA PECUÁRIA, NA AMAZÔNIA ORIENTAL.....	11
RESUMO.....	12
ABSTRACT.....	13
1.1 INTRODUÇÃO.....	14
1.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
CAPÍTULO 2 - FOSFATO NATURAL REATIVO DE ARAD, COMBINADO COM FOSFATO SOLÚVEL, NITROGÊNIO, POTÁSSIO E CALCÁRIO NA CULTURA DO MILHO EM ÁREA DEGRADADA DE PASTAGEM.....	29
RESUMO.....	30
ABSTRACT.....	31
2.1 INTRODUÇÃO.....	32
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
2.4 CONCLUSÕES.....	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
CAPÍTULO 3 - PRODUÇÃO DO FEIJÃO CAUPI APÓS O CULTIVO DE MILHO ADUBADO COM FOSFATO NATURAL E SOLÚVEL, EM ÁREA COM PASTAGEM DEGRADADA.....	43
RESUMO.....	44
ABSTRACT.....	45
3.1 INTRODUÇÃO.....	46
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	50
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
3.4 CONCLUSÕES.....	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
CAPÍTULO 4 - PRODUTIVIDADE DO BRAQUIARÃO E ANÁLISE ECONÔMICA DE UM SISTEMA DE RECUPERAÇÃO DE PASTAGEM UTILIZANDO FOSFATO DE ARAD EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA.....	59
RESUMO.....	60
ABSTRACT.....	61
4.1 INTRODUÇÃO.....	62
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	64
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
4.4 CONCLUSÕES.....	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
ANEXOS.....	78

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

	Pg
Tabela 1 Quadrado médio (QM), quadrado médio do resíduo (QMr) e significância (Sig.: ns= não significante, *= significante 5 % e ** significante 1%), das variáveis produtividade (P), número de fileiras de grãos por espiga (FE), número de grãos por fileira (GF), altura da planta (AP) e altura da espiga (AE) de milho sob efeito de diferentes doses de P ₂ O ₅ da fonte fosfato natural reativo de Arad, das combinações (NPK; NK; NK+cal) e interações.....	35
Tabela 2 Quadrado médio (QM), quadrado médio do resíduo (QMr) e significância (Sig.: ns= não significante, *= significante 5 % e ** significante 1%), das variáveis massa seca da parte aérea (MSPA), peso de 1000 grãos (P1000), teor de Fósforo na folha (FF), e acúmulo de Fósforo na folha por hectare (FFha ⁻¹), de milho sob efeito de diferentes doses de P ₂ O ₅ da fonte fosfato natural reativo de Arad, das combinações (NPK; NK; NK+cal) e interações.....	36
Tabela 3 Produtividade (P), número de fileiras de grãos por espiga (FE), número de grãos por fileira (GF), massa seca da parte aérea (MSPA), peso de mil grãos(P1000), teor de Fósforo na folha (FF) e acúmulo de Fósforo na folha (FFha ⁻¹) de milho sob efeito de diferentes doses de P ₂ O ₅ da fonte fosfato natural reativo de Arad.....	36
Tabela 4 Produtividade (P), número de fileiras de grãos por espiga (FE), número de grãos por fileira (GF), massa seca da parte aérea (MSPA), peso de mil grãos(P1000), teor de Fósforo na folha (FF) e acúmulo de Fósforo na folha (FFha ⁻¹) de milho influenciados por diferentes composições de nutrientes.....	37
Tabela 5 Efeito da interação entre diferentes doses de P ₂ O ₅ , da fonte fosfato natural reativo de Arad e diferentes composições de fertilizantes para as variáveis número de fileiras por espiga (FE) e altura da planta(AP) de milho. SC tratamento sem combinação (somente Arad.).....	39
Tabela 6 Efeito da interação entre diferentes doses de P ₂ O ₅ , da fonte fosfato natural reativo de Arad e diferentes composições de fertilizantes para as variáveis massa seca da parte aérea (MSPA) e peso de mil grãos (P1000) de milho. SC tratamento sem combinação (somente Arad.).....	39

Capítulo 3

Tabela 1 Produtividade (Prod), número de vagens por planta (VP), número de grãos por vagem (GV), massa seca da parte aérea (MSPA), peso de 100 grãos (P100) e teor de fósforo na planta (P) de feijão-caupi influenciados por doses de P ₂ O ₅ da fonte fosfato natural reativo de Arad.....	52
Tabela 2 Produtividade (Prod), número de vagens por planta (VP), número de grãos por vagem (GV), massa seca da parte aérea (MSPA), peso de 100 grãos	

	(P100) e teor de fósforo na planta (P) de feijão-caupi, em função das combinações de tratamentos.....	55
Tabela 3	Teores de fósforo, potássio, cálcio magnésio e alumínio trocável influenciados por doses de Arad, em um Latossolo Amarelo.....	56

Capítulo 4

Tabela 1	Significâncias das análises de variância para os níveis de nutrientes nas folhas de braquiarão, disponibilidade de forragem e lotação instantânea da pastagem em função dos tratamentos aplicados e da interação entre os tratamentos.....	67
Tabela 2	Valores médios de disponibilidade de massa seca de folhas verdes mais ponteiros e capacidade de lotação instantânea por hectare de capim braquiarão (<i>Brachiaria brizantha</i>) para as diferentes doses de fosfato de Arad aplicados.....	68
Tabela 3	Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na parte aérea de capim braquiarão (<i>Brachiaria brizantha</i>) influenciados por diferentes combinações de fertilizantes.....	71

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1		Pg
Figura 1	Precipitação pluviométrica do ano de 2008 em Belém, Pará.	10

Capítulo 3

Figura 1	Regressão entre doses de Arad e acúmulo de fósforo nas folhas de feijão caupi.....	53
Figura 2	Regressão entre doses de Arad e número de grãos por vagem de feijão caupi.....	53
Figura 3	Correlação entre os níveis de fósforo no solo e teores de fósforo nas folhas do feijão caupi.....	55

Capítulo 4

Figura 1	Disponibilidade fósforo no solo em influenciada por diferentes doses de P_2O_5 da fonte fosfato natural de Arad.	69
Figura 2	Correlação entre os níveis de fósforo no solo e teor nas folhas mais ponteiros de braquiarião em	70
Figura 3	Correlação entre as doses de Arad e teor de fósforo nas folhas mais ponteiros em $mgdm^{-3}$ de braquiarião.....	70
Figura 4	Representação do valor presente líquido para o cenário Arad 50 kg ha^{-1} de P_2O_5 em área calcariada.....	73
Figura 5	Representação do valor presente líquido para o cenário Arad 50 kg ha^{-1} de P_2O_5 sem calcário.....	71
Figura 6	Representação do valor presente líquido para o cenário Arad 100 kg ha^{-1} de P_2O_5 sem calcário.....	74
Figura 7	Representação do valor presente líquido para o cenário Arad 200 kg ha^{-1} de P_2O_5 sem calcário.....	74
Figura 8	Representação do valor presente líquido para o cenário Arad 300 kg ha^{-1} de P_2O_5 sem calcário.....	75

CAPÍTULO 1

VIABILIDADE AGROECONÔMICA DA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NA RECUPERAÇÃO DE ÁREA DE PASTAGEM DEGRADADA COM FOSFATO ARAD NA AMAZÔNIA ORIENTAL

RESUMO

A implantação de pastagens na Amazônia tem sido feita ao longo dos anos em substituição à vegetação arbórea, pelo processo de derruba e queimada, em solos quimicamente pobres com baixo teor de fósforo disponível. A falta de manejo adequado da pastagem aliado ao decréscimo do fósforo disponibilizado pela cinza, bem como a redução da biomassa vai progressivamente debilitando o pasto e o solo que em uma ou mais décadas de uso se tornam degradados. As áreas são abandonadas e o produtor repete o processo em outras áreas de vegetação arbórea, promovendo um avanço do desmatamento. A recuperação destas áreas é necessária e pode contribuir para a redução do desmatamento na região; a integração de lavouras com pastagem pode ser utilizada para essa finalidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar a ação de diferentes combinações de adubação, usando o milho (*Zea mays*, L) o feijão-caupi (*Vigna unguiculata*, Walp) e o braquiarião (*Brachiaria brizantha*) em sistema de integração lavoura-pecuária na recuperação de área de pastagem degradada. O experimento foi instalado no município de Santo Antônio do Tauá, Estado do Pará em área com pastagem degradada, em Latossolo Amarelo distrófico, ácido, baixa CTC e com baixa disponibilidade de fósforo. O delineamento experimental foi blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas foram aplicadas quatro doses de fósforo: 50; 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de fosfato natural reativo “fosfato de Arad”, considerado o teor de fósforo total no fertilizante, combinadas com NPK (111 kg ha⁻¹ de Uréia + 130 kg ha⁻¹ de Superfosfato Triplo + 84 kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio), NK (111 kg ha⁻¹ de Uréia + 84 kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio), NK + calagem (111 kg ha⁻¹ de Uréia + 84 kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio + calagem) e um tratamento na subparcela sem complementação de adubação. A cultura inicialmente plantada e adubada foi o milho e na sequência, sem adubação, o feijão-caupi em consórcio com o braquiarião. Foram avaliadas as produtividades componentes de produção do milho e do feijão-caupi, a disponibilidade de forragem e a taxa de lotação instantânea do braquiarião. As diferentes doses Arad não provocaram diferenças significativas na produtividade e componentes de produção do milho, no entanto aplicação deste produto combinado com fosfato solúvel aumentou a produtividade e outros atributos do milho, superando as demais combinações de adubação. O crescimento e a produtividade das plantas de milho foram muito prejudicados nas combinações que não receberam a aplicação do fosfato solúvel. Não ocorreram diferenças significativas entre as doses de fosfato de Arad para produtividade de grãos, no entanto o poder residual do fertilizante proporcionou produtividades de feijão-caupi superiores à média regional e nacional. As maiores produções de feijão-caupi foram obtidas quando foi utilizado Arad+NK+calcário e Arad+NK quando comparado com a aplicação com NPK (com fósforo solúvel) o que parece indicar que o efeito residual do Arad foi suficiente para fornecer fósforo para as plantas. As diferentes doses de fosfato natural reativo de Arad não provocaram diferenças significativas na disponibilidade da pastagem nem na taxa de lotação instantânea, porém proporcionaram produtividades de forragem capazes de possibilitar elevada taxa de lotação instantânea da pastagem. Todas as doses de fosfato natural reativo de Arad sem a aplicação de calcário apresentaram viabilidade econômica, no entanto em nenhuma situação onde se aplicou calcário houve economicidade para o empreendimento.

Palavras chave: Fosfato natural, milho, feijão-caupi, desmatamento, braquiarião, análise econômica.

ABSTRACT

The pasture implementation in Amazon has replaced the forest by using the slash and burn process within soil characterized as poor in mineral in special phosphorous. The lack of pasture management, decline of available phosphorous from the ashes and the reduction of biomass provoke pasture and soil debilitation in one or more decades. As a result, these areas are abandoning so that the farmer repeat the same process in a different area raising the deforestation. To recovery these areas is not only necessary but also could contribute to the reduction of deforestation in this Region; the integration of crop fields with pasture can be used to this end. The aim of the work was to evaluate the action of different combinations of fertilizer using corn (*Zea mays*,L), cowpea beans (*Vigna unguiculata*, Walp) and braquiarião (*Brachiaria brizantha*) in a integrated system for the recovery of depredated pasture. This study was installed in Santo Antônio do Tauá county, in Para State, in a depredated pasture over an yellow latosol of Para State. The experimental sampling used was randomized complete blocks with parcels subdivided with four repetitions. In each parcel were used four proportion of phosphorous: 50; 100, 200 and 300 kg ha⁻¹ of P₂O₅, in the form of Arad's phosphate, combined with NPK (111 kg ha⁻¹ de urea + 130 kg ha⁻¹ of triple superphosphate + 84 kg ha⁻¹ of potassium chlorate), NK (111 kg ha⁻¹ de urea + 84 kg ha⁻¹ of potassium chlorate), NK + liming (111 kg ha⁻¹ de urea + 84 kg ha⁻¹ of potassium chlorate + liming) and a blank sub parcel. The first specie to be planted and fertilized was corn followed by cowpea bean in consortium with braquiarião. Within this study were assessed components of productivity of corn and cowpea bean, the availability of fodder and the rate of growth of braquiarião. The different amounts of Arad did not provoke significant changes in productivity components of corn, however the use of it combined with soluble phosphates enhanced this productivity and other attributes of corn, overcome the other combinations of fertilizers. The growth and productivity of corn were very damaged within the combinations of fertilizers that did not receive soluble phosphate. There were no difference amongst the use of Arad phosphate in terms of productivity of corn; however cowpea bean's productivity was superior to the national and regional average due to the effect of the fertilizers residual effect. The higher production of cowpea bean was achieved when was used Arad+NK+limestone and Arad+NK. This indicate that residual effect of Arad was enough to supply phosphorous to them. The different amounts of Arad did not provoke significant changes in the availability of fodder neither in the growth rate of braquiarião. All different amounts of Arad used without the combination with limestone showed to be economically feasible, on the other hand the use of limestone in all situations was not economically feasible.

Key words: Natural Phosphate, corn, cowpea bean, deforestation, *Brachiaria Brizantha*, economic analysis.

1.1 INTRODUÇÃO

Durante muitos anos a derrubada e queima das florestas na Amazônia, para cultivos anuais e pastagens, foi a forma mais utilizada nos projetos de colonização e utilização da terra, e a mais importante causa do avanço desordenado da fronteira agrícola na região, tendo como consequência, na maioria dos casos, a redução da capacidade produtiva do solo. A causa principal dessa degradação é a perda da biomassa durante as queimadas e as alterações no ciclo do carbono o que resulta na diminuição da produtividade do ecossistema, além de provocar impactos ambientais na atmosfera, bem como a transformação da vegetação em capoeirinhas, que são abandonadas pelos produtores e hoje representam extensas áreas de nossa região, legadas à margem do complexo produtivo.

O Município em que foi desenvolvida essa pesquisa está dentro desse contexto e está situado na região metropolitana de Belém-Pa.(Figura 1A, anexos). O clima predominante é Af da classificação de Köppen, precipitação mensal mínima igual ou superior a 60 mm (Figura 1).

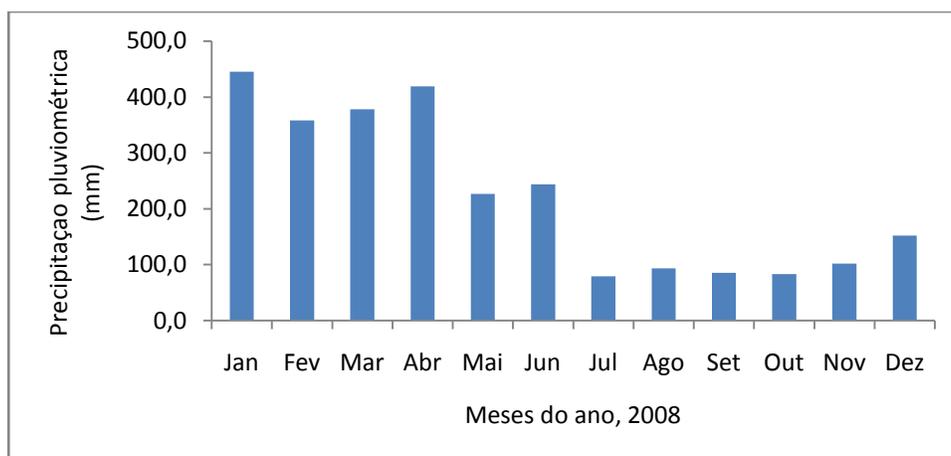


Figura 1- Precipitação pluviométrica do ano de 2008, em Belém, Pará.

Atualmente 72 milhões de hectares já foram devastados na Amazônia, sendo que cerca de 56 milhões de hectares são ocupados por uma pecuária de baixa produtividade, que destrói cada vez mais áreas (www.seplan.rr.gov.br/IVforum/Areas-e-Reforma-Agraria-na-Amazonia.doc)

Neste contexto, a busca de sistemas de produção integrando atividades agropecuárias, procurando alternativas para a execução sustentável dessas atividades, principalmente para os solos pobres e degradados do nordeste paraense, poderá trazer

grande contribuição para a incorporação das áreas de pastagens degradadas ao processo produtivo, redução dos desmatamentos na região e conseqüentemente para o desenvolvimento da agropecuária regional.

Na Amazônia, embora grande parte dos pecuaristas tenha consciência da necessidade da realização da adubação como forma de manter e/ou melhorar a fertilidade dos solos, poucos são aqueles que fazem uso desta prática de manejo nas pastagens. Isto se deve aos elevados custos dos insumos na região e a baixa eficiência de uso destes insumos provocado pelos sistemas de pecuária extensiva predominantes nesta região e, também, pela carência de informações que possibilitem um maior rendimento e, conseqüentemente uma maior lucratividade.

A integração lavoura-pecuária pode se constituir em uma alternativa importante para recuperar as pastagens degradadas na Amazônia. Nesse sistema, as lavouras são utilizadas a fim de que a produção pague, pelo menos em parte, os custos da recuperação ou da reforma das pastagens. Na área da pastagem degradada, pode-se cultivar espécies de ciclo longo ou espécies florestais em associação ou em substituição ao pasto de acordo com a decisão do produtor; alternativamente, cultivam-se grãos por um, dois ou mais anos e, depois, volta-se com a pastagem, que vai aproveitar os nutrientes residuais das lavouras na produção de forragem.

As principais culturas produtoras de grãos utilizadas no sistema de integração lavoura pecuária no Brasil têm sido a soja, o milho e o arroz. No estado do Pará e, principalmente, na mesorregião do Nordeste paraense, o milho e o feijão-caupi estão entre as culturas produtoras de grãos, com amplas possibilidades de serem cultivadas em áreas que atualmente encontram-se sob pastagens degradadas. Por serem produtos altamente demandados na região e freqüentemente cultivados por pequenos, médios e grandes produtores poderão ser de grande importância para adoção de um sistema que integre lavoura à pecuária visando à recuperação de pastagens degradadas.

Na safra de 2009, foram cultivados no Estado do Pará 35.814 ha. de feijão-caupi gerando uma produção de 22.133 toneladas de grãos com produtividade de 618 kg ha^{-1} ; desse total, foram colhidos 16.609 ha na Mesorregião do Nordeste paraense com produção de 10.343 toneladas e produtividade de 623 kg ha^{-1} . Nessa mesma safra foram colhidos no Estado do Pará 169.905 ha. de milho o que gerou uma produção de 242.253 toneladas com

produtividade de 1.425 kg ha^{-1} , desse total 28.060 ha. foram colhidos na Mesorregião do Nordeste paraense com produção de 24.197 toneladas e produtividade de 862 kg ha^{-1} . A estatística do milho mecanizado no Estado do Pará em 2009 mostra uma área colhida de 70.485 ha. com produção de 310.099 toneladas de grãos e produtividade de 4.399 kg ha^{-1} ; nesse total, a contribuição da Mesorregião do Nordeste paraense é pequena: 5.190 ha. de área colhida, 13.704 toneladas de produção e produtividade de 2640 kg ha^{-1} . A mesorregião do Sudeste paraense é a que apresenta maior expressão com a cultura do milho mecanizado no Estado do Pará; contribuindo com $220.787 \text{ kg ha}^{-1}$ de grãos, obtidos em uma área de 48.530 ha. com produtividade de 4.549 kg ha^{-1} (IBGE/GCEA; SAGRI/GEEMA, 2010)

A Mesorregião Nordeste do Pará é uma das mais antigas áreas de exploração agrícola da Amazônia. Os solos predominantes são os Latossolos e os Argissolos, caracterizados como de baixa fertilidade natural e elevada acidez, e pelo manejo inadequado, ao longo dos anos sob cultivo de lavouras e posteriormente de pastagem, tornaram-se de baixo potencial produtivo. Sob tais condições apresenta baixos conteúdos de matéria orgânica e baixas concentrações de N, P e K, principalmente. O baixo nível de fósforo disponível nos solos tropicais, bem como a exportação desse elemento do solo, na forma de grãos, carne, leite e demais produtos da atividade agropecuária, tem se mostrado como a principal causa da queda gradativa da produtividade das pastagens. Aliado a isso a falta da prática da reposição de nutrientes pelos pecuaristas provoca o colapso da capacidade produtiva da terra (DIAS FILHO, 2005).

Sistemas de produção integrando a lavoura com a pecuária, bastante disseminados em outras regiões do Brasil denominados de sistema barreira e sistema Santa fé, que integram a lavoura conduzida no sistema de plantio direto na palha com a recuperação de pastagens, têm comprovado a elevação da produtividade de grãos e das pastagens, com conseqüente elevação do rendimento de carcaça animal. Estes sistemas têm mostrado que é possível recuperar de forma economicamente viável, pastagens degradadas, trazendo de volta para o sistema produtivo, áreas de terra que estariam em curto espaço de tempo abandonadas.

Na mesorregião Nordeste do Pará as condições climáticas são favoráveis a adoção do sistema integração lavoura-pecuária tendo em vista que podem ser realizados dois cultivos

por ano, sob sistema plantio direto ou convencional, envolvendo culturas anuais com pastagem, de acordo com o objetivo do produtor.

A definição de um sistema que viabilize a recuperação de áreas degradadas pelo uso com pastagens, com redução ou eliminação dos custos poderá colocar grandes áreas da região Amazônica, que se encontram abandonadas, no processo produtivo, aumentando a produção de grãos, gerando mais renda para o produtor e ao mesmo tempo reduzir a pressão dos desmatamentos na região, principalmente para uso na pecuária e agricultura.

Os processos de recuperação de áreas degradadas de pastagem adotando-se sistemas integrados têm sido considerados como alternativas ao enfrentamento dos elevados custos dos sistemas. De um modo geral as pesquisas têm comprovado a eficiência técnica das tecnologias de recuperação de áreas degradadas, porém têm-se esquecido do componente econômico dos sistemas de produção; assim, a análise econômica dos experimentos é fundamental para a tomada de decisões sobre a adoção dos sistemas que possam vir a serem propostos.

Os objetivos deste trabalho foram: (i) avaliar, em um sistema de integração lavoura-pecuária, o desempenho do milho na recuperação de pastagem degradada utilizando fosfato natural reativo de Arad isolado e combinado com nitrogênio, potássio e calcário; (ii) avaliar o poder residual do fosfato natural reativo de Arad, dos outros nutrientes e do calcário nas culturas subsequentes do feijão-caupi e do braquiário e na evolução dos atributos químicos do solo e; (iii) analisar economicamente os sistemas estudados.

1.2 REVISÃO DE LITERATURA

O fósforo é um dos principais nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas, ele atua na fotossíntese, respiração e transferência de energia, além disso, está relacionado com o crescimento das raízes, vigor das plantas e formação de grãos, sua carência reduz o crescimento do sistema radicular e da parte aérea das plantas; nas culturas produtoras de grãos diminui o tamanho das espigas e vagens e paralisa o crescimento da planta; quando a carência é extrema aparece coloração avermelhada e púrpura nas folhas (DECHEN; NACHTIGAL, 2007). A sua disponibilidade nos solos é influenciada por uma série de reações químicas principalmente a adsorção; os fosfatos solúveis fornecem mais rapidamente o elemento para as plantas, no entanto adsorvem mais intensamente no solo do

que os fosfatos reativos, que por sua vez embora de solubilização lenta e gradual proporcionam um efeito residual mais duradouro. Nos solos altamente intemperizados dos trópicos úmidos esse elemento é considerado o nutriente mais limitante para a produtividade das plantas, devido à sua baixa disponibilidade. (NOVEIS; SMYTH; NUNES, 2007).

O milho, o feijão-caupi e as pastagens têm sido cultivados no Brasil nas mais variadas condições de clima e solo. A produtividade tem sido dependente do adequado suprimento de nutrientes, sendo o fornecimento de fósforo através da adubação, uma prática considerada indispensável nos solos brasileiros. Na maioria das vezes o fornecimento desse elemento tem sido feito na forma de fosfatos solúveis por ocasião do semeio, no entanto, a utilização fontes alternativas, como os fosfatos reativos, tem sido pesquisadas. Alguns Pesquisadores têm constatado que a demanda inicial por fósforo pelo milho é muito intensa; (HARGER et al, 2007) e que o suprimento de fósforo através do Superfosfato Triplo tem sido mais eficiente no crescimento inicial de plantas de milho quando comparado ao fosfato natural reativo de Arad. Estudando a eficiência agrônômica de fosfatos naturais reativos e fosfato solúvel na cultura do milho, Kondörfer; Lara Cabezas; Horowitz (1999), verificaram que o fosfato reativo de Arad teve a capacidade de fornecer fósforo correspondente a 60% quando comparado ao fosfato solúvel.

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata (L) Walp.*) tem sido cultivado no Nordeste e Norte do Brasil em solos com baixa disponibilidade de nutriente principalmente o fósforo; nessas condições se têm obtido produtividades muito baixas. A adubação dessa lavoura, principalmente com fósforo, é considerada indispensável para se obter elevada produtividade. Por se tratar de uma cultura que normalmente é plantada após o milho ou o arroz, o aproveitamento do poder residual da adubação nessas lavouras iniciais, com fosfatos solúveis ou fosfatos naturais reativos pode ser uma prática eficiente de manejo em sistemas seqüenciais de integração lavoura/pecuária. Cultivos que usam tecnologias, principalmente adubação, têm alcançado 1500 kg ha⁻¹ de grãos; existe a expectativa de se atingir 3000 kg ha⁻¹, (CARVALHO et al, 2002). O melhoramento do potencial genético do feijão-caupi e a definição de produtos e doses de fertilizantes apropriados aos diferentes sistemas de produção são fundamentais para se atingir esse objetivo.

Trabalhos realizados na Amazônia brasileira (SMYTH; CRAVO, 1990; SMYTH; CRAVO, 1992; CRAVO; SMYTH, 1997) e na Amazônia peruana (SÁNCHEZ et al., 1983) mostraram que em solos de áreas abandonadas, sem uso de fertilizantes, a maioria das culturas não produz satisfatoriamente.

Em levantamento realizado na mesorregião do Nordeste paraense, Carvalho et al. (2002) constataram que os produtores que fazem uso da prática da adubação não utilizam as formulações mais eficientes para cada caso, muitas vezes por carência de informações científicas. A fórmula utilizada com maior frequência, geralmente de forma empírica, tem sido a NPK(4-20-20), sendo a quantidade média de 194,06 kg/ha.

Os fosfatos naturais reativos apresentam solubilização lenta e gradual proporcionando um efeito residual mais duradouro do que os fosfatos solúveis que adsorvem mais rapidamente ao solo (DECHEN; NACHTIGAL, 2007). Soares et al., (2000), concluíram que os fosfatos naturais reativos podem ser usados para a formação e recuperação de pastagens com gramíneas tolerantes a acidez do solo, tanto com o produto aplicado à lancha como incorporado; estes autores apresentaram uma avaliação do custo dos fertilizantes fosfatados e mostraram que os fosfatos naturais apresentavam menor preço do que os fosfatos solúveis quando avaliados pela concentração total de P_2O_5 no produto. No mercado da região onde foi realizado o trabalho (Planaltina, D.F) o preço do superfosfato triplo na época, era de R\$ 1,00/kg de P_2O_5 , enquanto que o preço do fosfato natural reativo de Arad era de R\$ 0,71/kg de P_2O_5 . (SOARES et al, 2000). Levantamento recente feito no mercado do Nordeste paraense mostrou que, atualmente, o preço do superfosfato triplo é de R\$ 3,33/kg de P_2O_5 e do fosfato natural reativo de R\$ 2,12/kg de P_2O_5 (NATUREZA, 2010). Têm sido observados aumentos marcantes do rendimento do feijão-caupi em resposta à adubação fosfatada (SMYTH; CRAVO, 1990) e pelo uso de calcário e adubação química em áreas degradadas de pequenos produtores no município de Irituia/Pa (OLIVEIRA ; GALVÃO, 1999).

Na costa ocidental da África vários pesquisadores têm estudado o efeito dos fosfatos naturais na cultura do feijão-caupi. A aplicação de fosfato de rocha de Sokoto (Nigéria), de origem sedimentar, na dose de 25 kg ha⁻¹ de P_2O_5 , aumentou a produção de feijão-caupi de forma significativa (SOKOTO; SINGH, 2008). Em Kwadaso (Ghana), Issaka, Dennis e Buri (2003), trabalhando com fosfato de rocha de Togo (28% de P_2O_5), em sistema de

produção milho e feijão-caupi, verificaram que as dosagens de 800 e 1200 kg ha⁻¹ do produto comercial, elevaram a disponibilidade de fósforo no solo ao final de dois anos de aplicação e se mostraram superiores às dosagens de 400 e 600 kgha⁻¹, sem que isso se refletisse em diferença de produtividade de grãos de feijão-caupi; para a cultura do milho as duas maiores dosagens proporcionaram maiores produtividade de grãos, enquanto que as duas menores, por sua vez, superaram a testemunha e o tratamento com aplicação de superfosfato simples na dosagem de 200 kg ha⁻¹. Maloth e Presad (1976) constataram que a aplicação de fosfato de rocha teve uma eficiência relativa de 50 a 55% quando comparado ao fosfato solúvel para a produtividade do feijão-caupi no cultivo inicial e que no cultivo subsequente o efeito residual do fosfato de rocha se igualou ao fosfato solúvel.

A maioria dos pecuaristas na Amazônia tem consciência da necessidade da realização da adubação como forma de manter e/ou melhorar a fertilidade dos solos e produtividade das pastagens, no entanto, poucos fazem uso desta prática de manejo; como consequência os índices zootécnicos da pecuária na região são muito baixos, principalmente na pecuária tradicional (TEIXEIRA NETO; COSTA, 2006). Estes autores mostram que os índices zootécnicos como a desmama ocorre entre 6 e 8 meses e entre 8 e 12 meses; o peso na desmama é de 180 a 225 kg de peso vivo e de 140 a 180 kg de peso vivo e a capacidade de suporte da pastagem é de 0,5 a 1,0 UA ha⁻¹ e de 1,0 a 2,4 UA ha⁻¹ para pecuária tecnificada e tradicional respectivamente.

A adubação fosfatada tem sido pesquisada em várias regiões do Brasil e freqüentemente tem sido investigada a ação de fosfatos solúveis e fosfatos naturais em processos de implantação ou recuperação de pastagens; Magnanti et al., (2006) compararam a aplicação de fosfato natural com fosfato solúvel, isolados e associados à calagem, em pastagem de leguminosas e não encontraram diferença entre as fontes de fósforo aplicadas isoladamente, no entanto, a associação com calcário tanto com o fosfato natural quanto com o fosfato solúvel se mostrou eficiente no estabelecimento da pastagem. Em outro estudo (MAGALHÃES, 2007), a avaliação do efeito de doses crescentes de fósforo da fonte superfosfato triplo (0, 50 e 100 kg.ha⁻¹ de P²O⁵) não mostraram elevação da produção de massa seca da folha de *Brachiaria decumbens*; essa falta de resposta ao fósforo pode ser explicada pelos atributos do solo em que foi conduzido o experimento que apresentou 4mg dm⁻³ de fósforo disponível, pH 6,1 (em água) Al 0; Ca 5,4 e Mg 1,5 cmolc

dm^{-3} respectivamente; a adubação nitrogenada, no entanto elevou a produção de massa seca e aumentou a relação folha/colmo. No Estado do Tocantins, Lima et al (2007), não encontraram diferenças entre fontes de fosfatos reativos no estabelecimento de pastagem de braquiara, porém o superfosfato triplo foi superior na fase inicial de implantação. Fontes de fósforo e sua interação com os tipos de solo influenciaram significativamente a produção de massa seca da parte aérea de braquiara em estudo conduzido em casa de vegetação em Lavras MG por Maciel et al (2007); as produções foram maiores para todas as fontes em solo arenoso quando comparado ao solo argiloso, os autores atribuíram essa diferença a menor capacidade de adsorver fósforo pelos solos arenosos. Nesse mesmo estudo a comparação entre fontes de fosfato reativo foi verificada que o fosfato reativo de Arad proporcionou maior produção de massa seca quando comparado ao fosfato de Araxá; para os autores devido ao maior teor de fósforo no fosfato de Arad.

O nitrogênio é necessário para a síntese da clorofila e, portanto essencial para a fotossíntese, por conseguinte a sua deficiência para as plantas diminui a absorção da energia solar reduzindo assim a produção de fotoassimilados e conseqüentemente diminuindo, a produtividade das lavouras, comprometendo ainda a absorção de outros nutrientes (DECHEN; NACHTIGAL, 2007).

Avaliando o efeito de diferentes doses de nitrogênio e fósforo na cultura do milho em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, Lucena (2000) verificou repostas da cultura até de $111,1 \text{ kg ha}^{-1}$ de N e $177,6 \text{ kg ha}^{-1}$ de P_2O_5 . Em Votuporanga, SP, em um Latossolo Vermelho eutrófico, Duete et al. (2008), constataram que o aproveitamento do N do fertilizante uréia foi de 39%, sendo o solo o principal fornecedor do elemento, e a aplicação de 135 kg ha^{-1} de N parcelados em três vezes, até o estágio de oito folhas completamente expandidas, proporcionou o maior aproveitamento do N e maior produtividade de grãos. A aplicação da mistura de uréia com sulfato de amônio e com gesso foi avaliada por Lara Cabezas e Sousa (2008), em milho, em Uberlândia (MG) e Votuporanga (SP); o autor obteve resultados similares misturando uréia com sulfato de amônio farelado e uréia com gesso granulado, e produtividades superiores com a aplicação individual dos fertilizantes, mostrando que a uréia pode ser misturada com sulfato de amônio ou com gesso agrícola. Além da maior produtividade a inclusão de N e S proporcionaram qualidade protéica aos grãos.

Trabalho realizado em Parnaíba, PI, mostrou que a adubação mineral com nitrogênio em feijão-caupi não só aumentou a nodulação efetiva como também a produtividade de grãos (OLIVEIRA et al., 1999). Avaliando formas de aplicação de nitrogênio em feijão-caupi, na Universidade Federal da Paraíba, Oliveira et al. (2001), verificaram que o rendimento máximo de vagens (11 t ha^{-1}), de grãos verdes ($9,3 \text{ t ha}^{-1}$) e de grãos secos ($3,6 \text{ t ha}^{-1}$), foram obtidos com 62, 61 e 55 kg ha^{-1} de N aplicados no solo. Quando o nitrogênio foi aplicado via foliar os rendimentos de vagens (10 t ha^{-1}), de grãos verdes ($8,4 \text{ t ha}^{-1}$) e de grãos secos ($3,4 \text{ t ha}^{-1}$), foram obtidos com 64,6 59 kg ha^{-1} de nitrogênio.

Avaliando o efeito de diferentes doses de esterco bovino, na presença e ausência de adubo mineral, foi verificado que o rendimento de grãos secos de feijão-caupi, na presença do adubo mineral, atingiu valor máximo estimado de $3,03 \text{ t ha}^{-1}$, na dose de 21 t ha^{-1} de esterco bovino e na ausência de adubo mineral a dose de 25 t ha^{-1} proporcionou rendimento máximo de 2 t ha^{-1} de grãos secos de feijão-caupi (OLIVEIRA et al., 2001).

Níveis crescentes de nitrogênio (0, 200, 400 e 600 kg ha^{-1} de N), proporcionaram aumentos no vigor de rebrota, produção de matéria seca total e produção de massa seca de folhas de capim marandú, em estudo realizado por Cecato et al. (2008), em Maringá, Paraná, que observaram também, que em aplicação conjunta com fósforo promoveram aumentos na densidade de perfilhos, número de perfilhos vivos na pastagem.

O potássio é um dos elementos essenciais que, geralmente, se encontra em baixos teores nos solos tropicais muito intemperizados, limitando o rendimento dos cultivos; esse elemento tem grande impacto na produtividade e qualidade dos produtos afetando o incremento de peso e a qualidade de milho (MEURER, 2006), (DECHEN; NACHTIGAL, 2007). Estudando a adubação potássica em milho, trigo e soja, Wandling et al (2008) concluíram que o valor crítico de potássio no solo, para as três culturas foi de 75 mg dm^{-3} e que foi necessário aplicar 5 kg ha^{-1} de K_2O para elevar em 1 mg dm^{-3} o teor de K no solo. A aplicação antecipada do potássio no sistema de Plantio Direto na Palha, quando se aplica o fertilizante na planta de cobertura anterior pode ser vantajosa para a lavoura principal; a aplicação de dosagens compreendidas entre 60 e 90 kg ha^{-1} de K_2O na semeadura do milheto que antecedeu a cultura da soja, não comprometeu o acúmulo de potássio nesta

última; além disso, a exportação de K pela soja foi minimizada com a aplicação antecipada do fertilizante (FOLONI; ROSELEM, 2008).

Em Areia (PB), se observou que a produção máxima de vagens (285g), de grãos verdes (143g) e de grãos secos (120g) por planta de feijão-caupi, foram obtidas com 160, 153 e 200 k ha⁻¹ de K₂O, respectivamente, as produtividades máximas de vagens (4,18 t ha⁻¹), de grãos verdes (3,48 t ha⁻¹) e de grãos secos (1,89 t ha⁻¹) foram obtidas com as doses de 210, 151, e 170 k ha⁻¹ de K₂O, respectivamente (OLIVEIRA et al., 2009). Na mesorregião do nordeste do Estado do Pará, Cravo et al. (1998), trabalhando com feijão-caupi, definiram como nível crítico do potássio, pelo extrator Mehlich 1, o teor de 26 mg dm⁻³, no solo, para Latossolo Amarelo.

Em estudo conduzido em casa de vegetação, os resultados mostraram efeitos significativos das doses de potássio na produção de massa seca da parte aérea e das raízes, no número de perfilhos e na concentração de potássio em cada componente da planta. Os valores máximos foram atingidos com as doses de 365 e 399 mg l⁻¹ de K (MATTOS; MONTEIRO, 1998).

A calagem é reconhecida como uma das mais eficientes práticas de manejo dos solos ácidos em todo o mundo, não só por elevar o pH e reduzir o teor de elementos tóxicos para as plantas, principalmente, o alumínio, como também, por contribuir no fornecimento de cálcio e magnésio (FAGERIA; STONE 1999). O cálcio é um elemento essencial para o crescimento de meristemas e ápices radiculares; está localizado nas paredes celulares; exerce ainda a função antitóxica e cimentante tendo importante papel estrutural ao manter a integridade das células vegetais. A sua carência provoca uma redução no crescimento das raízes. Os tecidos novos precisam de cálcio para formação de paredes celulares; por ser um elemento que não se transloca nos tecidos vegetais, a sua baixa disponibilidade no solo afeta o crescimento e produtividade das lavouras. O magnésio é outro elemento fornecido pela calagem; embora tenha uma multiplicidade de funções, a mais importante é a ativação de enzimas. A deficiência de Magnésio provoca redução de produtividade em lavouras temporárias (DECHEN; NACHTIGAL, 2007).

Fageria (2001) avaliando o efeito da calagem, em diferentes dosagens, em solo ácido, distrófico, no cerrado do Brasil central, concluiu que as dosagens de 5, 8 e 9 t ha⁻¹ proporcionaram produtividades equivalentes a 90% do rendimento máximo, tendo em conta

o aspecto econômico, para lavouras de feijão, milho e soja, respectivamente. Além disso, o calcário aumentou significativamente o pH do solo e os teores de cálcio e magnésio trocáveis. Em Ponta Grossa no Paraná, também em solo ácido e distrófico, Caíres et al. (2004) avaliaram as alterações químicas do solo e a resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. A aplicação de calcário em superfície alterou o pH na camada de 0 a 0,5 cm; o calcário incorporado alterou o pH no perfil de incorporação (0 a 20 cm); a aplicação do calcário associado ao gesso, devido a ação em profundidade deste último, é uma estratégia eficiente para maximizar a produtividade do milho, concluem os autores.

Para análise econômica de projetos, o fluxo de caixa deve ser atualizado para que os valores monetários possam ser comparados ao mesmo ponto do tempo; isso devido o investimento ser realizado no presente e a receitas geradas no futuro.

No Brasil, o fator de atualização mais utilizado é a TJLP (12% aa), e os três principais critérios econômicos usados na avaliação de projetos são: o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR) e a relação benefício custo (B/C).

O valor presente líquido possibilita que sejam comparados os custos atualizados com as receitas atualizadas. A atualização do fluxo de caixa utiliza uma taxa de juros que reflete o custo de oportunidade de longo prazo da atividade. No Brasil se utiliza a taxa de juros de longo prazo (TJLP), que é de 12% aa.

O critério de decisão considera: $VPL > 0$. Projeto economicamente viável, pois além de cobrir todas as despesas resta um saldo positivo; $VPL = 0$. Não apresenta interesse econômico já que as receitas apenas cobrem os custos; $VPL < 0$. O projeto é inviável economicamente, uma vez que os custos foram superiores as receitas.

A taxa interna de retorno (TIR) representa a taxa de atualização que torna o VPL igual a zero, portanto, para que o projeto seja viável a TIR deve ter valor superior à taxa de juros considerada no empreendimento; nesse caso 12% aa.

A relação benefício custo (B/C) como o próprio nome indica é dada pela razão entre a soma dos fluxos de receita atualizada e a soma dos fluxos de custos atualizados a uma determinada taxa de juros.

A tomada de decisão se baseia nos valores de B/C gerados pelo projeto, da seguinte maneira: $B/C > 1$. Somas das receitas atualizadas maior do que a soma dos custos atualizados, o empreendimento apresenta viabilidade econômica; $B/C = 1$ as receitas

atualizadas são iguais aos custos atualizados; não tem interesse econômico; $B/C < 1$ os custos atualizados são maiores do que as receitas atualizadas, o projeto não é viável economicamente (SANTANA, 2005).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARCELLOS, A.O. Sistemas extensivos e semi-extensivos de produção pecuária bovina de corte nos cerrados. In: **SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO**, 8. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANAS, 1., 1996 Planaltina. **Anais...** Planaltina. DF: Embrapa-CPAC. 1996. p.130-136.

CAIRES, E. F. et al. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. **Revista Brasileira de ciência do Solo**, v.28, p.125-136, 2004.

CARVALHO, R.A. ; HOMMA, A.K.H.; CONTO, A.J. de; FERREIRA, C.A.P. **Modificações no sistema de produção de caupi no nordeste paraense**. Belém : EMBRAPA/CPATU, 2002. 10p. (Documentos).

CRAVO, M. S.; SMYTH, T. J. Manejo sustentado da fertilidade de um Latossolo da Amazônia Central sob cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de ciência do Solo**, Viçosa, v.2, p.607-616, 1997.

GRAVO, M., S., SMYTH, T., J., SOUZA, B., D., L. Nível crítico de potássio para feijão-caupi em Latossolo amarelo textura média do Nordeste paraense. **Scientia Agrícola**, print version ISSN 0103-9016. 1998.

DECHEN, A. R. ; NACHTIGAL, G.R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F. et al (Ed). **Fertilidade do solo**. Viçosa (MG) : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap.3.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias d recuperação**. 2 ed. Belém : Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 173 p.

DUETE, R. R. C. et al. Manejo da adubação nitrogenada e utilização do (^{15}N) pelo milho em Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de ciência do Solo**, v.32, n.1, p. 161-171, jan./fev. 2008.

FAGERIA, N. K. ; STONE L.F. **Manejo da acidez dos solos de cerrado e de várzea do Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa- CNPAF, 1999, 42p.

_____. Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de cerrado. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, Brasília, v36, n.11, p. 1419-1424, nov. 2001.

FOLONI, J. S. S. ; ROSOLEM, C. A. Produtividade e acúmulo de Potássio na soja em função da antecipação da adubação potássica no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.4, p. 1549-1561, 2008.

HARGER, N. et al. Avaliação fontes e doses de fósforo no crescimento inicial do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 1, p. 39-44, jan./mar. 2007.

IBGE/GCEA, **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. LSPA (2006 a 2009). Sistematização. SAGRI/GEEMA, 2010.

ISSAKA, R. N. ; DENNIS, E. A. ; BURI, M. M. Management of Phosphate Rock in Maize-cowpea Cropping System. **Soil Sci. Plant Nutri.**, Ghana, v.49, n.4, p.481-484, 2004.

KLUTHCOUSKI, J. ; PACHECO, A. R.; TEIXEIRA, S.M. ; OLIVEIRA. G.T. **Renovação de pastagens de cerrados com arroz: 1-Sistema Barreirão**. Goiânia : Embrapa-CNPAF, 1991. 20 p. (Documentos 33),

KONDÖRFER, G. H., LARA CADEZAS, W. A ; HOROWITZ, N. Eficiência agronômica de fosfatos naturais reativos na cultura do milho. **Sci. Agri.**, Piracicaba, v. 56, n.2, 1999.

LARA CABEZAS, V. A R.; SOUZA, M. A. Volatilização de amônia, lixiviação de nitrogênio e produtividade de milho em resposta a aplicação de misturas de uréia com sulfato de amônio ou com gesso agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p. 31-42, 2008.

LIMA, S. O. FIDELIS R. R. ; COSTA, S. J. da. Avaliação de fontes e doses de fósforo no estabelecimento de *Brachiaria brizantha* cv marandu no sul do Tocantins. **Pesq. Agropec. Tropical**, v.37, n.2, p.100-105, jun. 2007.

LUCENA, L. F. C. Resposta do milho a diferentes dosagens de Nitrogênio e Fósforo aplicados ao solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n3, p 334-337, 2000.

MACIEL, G. A.; COSTA, S. E. G. V. de A.; FURTINI NETO, A. E.; FERREIRA, M. M.; EVANGELISTA, A. R. Efeito de diferentes fontes de fósforo na *Brachiaria brizantha* cv. marandu cultivada em dois tipos de solos. **Ciência Animal Brasileira**, v.8 n. 2, p. 227-233, abr./jun. 2007.

MAGALHÃES, A. F. Influência do nitrogênio e do fósforo na produção do capim-braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1240-1246, 2007.

MAGNANTI, N. J.; ALMEIDA, M. ; MAFRA, A. L. Desempenho de fosfato natural alvorado comparado ao superfosfato triplo na introdução de pastagem perene de inverno. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 4, n. 2, p. 133-144, 2006.

MALOTH, S. ; PRASAD, R. Relative efficiency of rock phosphate and superphosphate for cowpea (*Vigna unguiculata*, L., Walp.) fodder. **Plant and Soil**, v.45, n. 1, p. 295-300, ago. 1976.

MATTOS, W. T.; MONTEIRO, F. A. Resposta de Braquiaria brizantha a doses de potássio. **Scientia Agricola**. Vol. 55 n. 3 Piracicaba, 1998.

MEURER, E. J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. (Ed). **Nutrição mineral de Plantas**. Viçosa (MG): Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. Cap.11.

NATUREZA, m.mf.michele@hotmail.com Benevides, Pará.

NOVAIS, R. F. ; SMYTH, T. J. ; NUNES, F. N. . Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F. et al (Ed). **Fertilidade do solo**. Viçosa (MG): Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap.13.

OLIVEIRA, R. F.; GALVÃO, E. U. P. **Alterações da fertilidade do solo cultivado com milho e caupi submetido à calagem e adubação química, em Irituia – PA**. Belém : Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 26p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa, 13).

OLIVEIRA, A.P.; ARAUJO,J.S.; ALVES, E.U.; NORONHA, S. A. CASSIMIRO, C. M.; MENDONÇA, F. G. Rendimento de feijão-caupi cultivado com esterco bovino e adubo mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v19, n.1, p. 81-84, 2001.

OLIVEIRA, A. P.; SILVA, J. A.; LOPES, E. B.; SILVA, E. E.; ARAUJO, L. H. A.; RIBEIRO, V. V. Rendimento produtivo e econômico do feijão-caupi em função de doses de potássio. **Ciência Agrotécnica**, 33(2): 629-633, 2003

SÁNCHEZ, P.A; VILLACHICA, J.H.; BANDY, D. E. Soil fertility dynamics after clearing a tropical rainforest in Peru. **Soil Science Society American Journal**, v.47, p.1171- 1178, 1983.

SANTANA, A. C. **Elementos de economia, agronegócio e desenvolvimento local**, Belém, UFRA, 2005.

Secretaria de Assuntos Estratégicos - Presidência da República. Áreas abandonadas e ampliação da reforma agrária na Amazônia. 10p.www.seplan.rr.gov.br/IVforum/Areas-e-Reforma-Agraria-na-Amazonia.doc

SMYTH, T. J.; CRAVO, M. S. Phosphorus management for continuous corn-cowpea production in a Brazilian Amazon Oxisol - **Agronomy Journal**, v.82, n.2, p.305-309, 1990.

_____ ; _____. Aluminum and calcium constraints to continuous crop production in a Brazilian Amazon Oxisol. **Agronomy Journal**, v.8, n.5, p.843-850, 1992.

SOARES, W. V.; LOBATO, E.; SOUSA, M. G.; REIN, T. A. **Uso de fosfatos naturais reativos em pastagens com gramíneas forrageiras tolerantes a acidez na região do cerrado**. Planaltina : EMBRAPA, 2000, p1-4. (Comunicado Técnico, 30)

SOKOTO, A. L.; SINGH, A. Yield and yield components of cowpea(*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) as influenced by Sokoto Phosphate Rock and placement methods in the semi-aride zone of Nigeria. **Nutrition Cyl Agroecosyst**, Sokoto, v.81, p.255-265, 2008.

TEIXEIRA NETO, J. F.; COSTA, N. A. **Criação de bovinos de corte no Estado do Pará**. Belém, (PA) : EMBRAPA, Amazônia Oriental, 2006.

WANDLIG, A. Recomendação de adubação potássica para trigo, milho e soja sob sistema de plantio direto na Paraguai. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p. 29-39, 2008.

CAPITULO 2

**FOSFATO NATURAL REATIVO DE ARAD, COMBINADO COM FOSFATO
SOLÚVEL, NITROGÊNIO, POTÁSSIO E CALCÁRIO NA CULTURA DO MILHO
EM ÁREA DEGRADADA DE PASTAGEM NA AMAZÔNIA**

RESUMO

A implantação de pastagens na Amazônia é feita em substituição à vegetação arbórea, pelo processo de derruba e queimada, em solos quimicamente pobres com baixo teor de fósforo disponível. A falta de manejo adequado aliado ao decréscimo do fósforo disponibilizado pela cinza, vai progressivamente debilitando o pasto que em uma ou mais décadas de uso se torna degradado. As áreas são abandonadas e o produtor repete o processo em outras áreas de vegetação arbórea, promovendo um avanço do desmatamento. A recuperação destas áreas é necessária e pode contribuir para a redução do desmatamento na região; as lavouras podem ser utilizadas para essa finalidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar a ação de diferentes combinações de adubação no manejo da cultura do milho em solo com baixa capacidade produtiva. O experimento foi instalado no município de Santo Antônio do Tauá, Estado do Pará, em área com pastagem degradada, em Latossolo Amarelo distrófico, com baixa disponibilidade de fósforo. O delineamento experimental foi blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas foram aplicadas quatro doses de fósforo: 50; 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de fosfato natural reativo “fosfato de Arad”, considerado o fósforo total no fertilizante (33%), combinado com NPK, NK e NK + calagem, aplicados nas sub-parcelas. Não ocorreram diferenças significativas entre as doses Arad, no entanto a aplicação deste produto combinado com fosfato solúvel (NPK) aumentou a produtividade e outros atributos do milho, superando as demais combinações de adubação. O crescimento e a produtividade das plantas de milho foram muito prejudicados nas combinações que não receberam a aplicação do fosfato solúvel.

Palavras chave: Fósforo, *Zea mays*, L, NPK, pastagem degradada, lavoura-pecuária, calagem.

ABSTRACT

The pasture implementation in Amazon has replaced the forest by using the slash and burn process within soil characterized as poor in mineral in special phosphorous. The lack of pasture management, decline of available phosphorous from the ashes and the reduction of biomass provoke pasture and soil debilitation in one or more decades. As a result, these areas are abandoning so that the farmer repeat the same process in a different area raising the deforestation. To recovery these areas is not only necessary but also could contribute to the reduction of deforestation in this Region; the integration of crop fields with pasture can be used to this end. The aim of the work was to evaluate the action of different combinations of fertilizer using corn (*Zea mays*,L), in a soil with low productive rate. This study was installed in Santo Antônio do Tauá county, in Para State, in a depredated pasture over an yellow latosol of Para State with low availability of phosphorous. The experimental sampling used was randomized complete blocks with parcels subdivided with four repetitions. In each parcel were used four proportion of phosphorous: 50; 100, 200 and 300 kg ha⁻¹ of P₂O₅, in the form of Arad's phosphate, considering the total amount of phosphorous as 33%, combined with NPK, NK and NK + liming and a blank sub parcel. The different amounts of Arad did not provoke significant changes in productivity components of corn, however the use of it combined with soluble phosphates (NPK) enhanced this productivity and other attributes of corn, overcome the other combinations of fertilizers. The growth and productivity of corn were much damaged within the combinations of fertilizers that did not receive soluble phosphate.

Key words: Phosphorous, *Zea mays*, NPK, depredated pasture, farming-cattle raising, liming.

2.1-INTRODUÇÃO

As áreas de pastagem degradada na região amazônica são, geralmente, abandonadas pelos produtores após a perda da capacidade produtiva. Por aproximadamente uma década após a implantação, a pastagem apresenta uma elevada produção de forragem, devido aos elementos minerais incorporados ao solo pelas cinzas da vegetação recém queimada. No entanto, a falta de manejo adequado, principalmente, a correção da acidez do solo e a reposição de nutrientes, como o fósforo e o nitrogênio, têm levado à perda da capacidade produtiva dos solos sob pastagens e, conseqüentemente, ao abandono das áreas cultivadas.

O aumento das áreas com pastagens degradadas tem contribuído para o aumento dos desmatamentos na região para implantação de novas pastagens, visto que a pecuária é uma das principais atividades econômicas e tem crescido muito nos últimos anos. Diante de tal situação, torna-se necessário e urgente o desenvolvimento de sistemas sustentáveis de uso e manejo do solo, visando a incorporação das áreas improdutivas ao processo produtivo.

A integração lavoura-pecuária pode se constituir alternativa importante para recuperar as pastagens degradadas na Amazônia. Na área da pastagem degradada, cultivam-se grãos por um, dois ou mais anos e, depois, volta-se com a pastagem, que vai aproveitar os nutrientes residuais das lavouras para a produção de forragem. As principais culturas utilizadas no sistema de integração-lavoura pecuária tem sido o milho e o arroz (KLUTCOUSKI et al., 1991).

Na região amazônica, poucos são os produtores que fazem uso da calagem e adubação como prática de manejo das pastagens. Isto se deve aos elevados custos dos insumos na região e, também, à carência de informações que possibilitem um maior rendimento e, conseqüentemente, um maior retorno financeiro (DIAS FILHO, 2005).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho do milho como espécie participante de um sistema de integração lavoura-pecuária, na recuperação de pastagem degradada utilizando fosfato natural reativo de Arad isolado e combinado com nitrogênio, potássio e calcário.

2.2-MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na região nordeste do Estado do Pará, no município de Santo Antônio do Tauá, em uma área localizada a 1°03'58"S e 48°03'26"W de Greenwich a uma altitude de 27 metros acima do nível médio do mar (Figura 1A). O clima predominante é Af da classificação de Köppen, precipitação mensal mínima igual ou superior à 60 mm.

O solo foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico, com baixa saturação por base ($V\% = 8,9$), ácido ($\text{pH KCl} = 4,8$), Al^{+++} ($1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), $m\% 66$, baixo nível de fósforo ($2,7 \text{ mg dm}^{-1}$), $\text{K } 0,04 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{Ca } 0,23 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{Mg } 0,23 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, M.O. $15,94 \text{ g kg}^{-1}$, apresentando $457,09 \text{ g kg}^{-1}$ de areia fina, $360,52 \text{ g kg}^{-1}$ de areia grossa, $92,29 \text{ g kg}^{-1}$ de silte e teor de argila igual a $90,10 \text{ g kg}^{-1}$ (EMBRAPA, 2007). A área tem um histórico de implantação de pastagem, pelo processo de derruba e queima que remota, aproximadamente, quinze anos. Foi manejada durante esse tempo, com pastejo de bovinos em sistema semi intensivo, sem receber nenhuma adubação. A pastagem de quicuiu da Amazônia (*Brachiaria umidicola*), por ocasião da implantação do experimento, se apresentava completamente degradada; a área estava em período de pousio, com vegetação espontânea de pequeno porte classificada regionalmente, como capoeirinha.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, utilizando parcelas subdivididas, com quatro repetições. Cada parcela mediu 84 m^2 e cada sub-parcela 21 m^2 . Nas parcelas foram aplicadas quatro doses de fósforo: 50; 100, 200 e 300 kg ha^{-1} de P_2O_5 , na forma de fosfato natural reativo “fosfato de Arad”, considerado o fósforo total no fertilizante, combinado com NPK (111 kg ha^{-1} de uréia + 130 kg ha^{-1} de superfosfato triplo + 84 kg ha^{-1} de cloreto de potássio), NK (111 kg ha^{-1} de uréia + 84 kg ha^{-1} de cloreto de potássio), NK + calagem (111 kg ha^{-1} de uréia + 84 kg ha^{-1} de cloreto de potássio + calagem) e zero de NK aplicados nas sub-parcelas. As doses de N,P e K foram determinadas para expectativa de produtividade de 2 a 4 t ha^{-1} de milho, para solos de baixa fertilidade (FRANCELLI; NETO, 2000). A quantidade de calcário utilizada foi de $2,59 \text{ t ha}^{-1}$, calculada pelo método do alumínio trocável ($\text{Al} \times 2$). O calcário utilizado apresentava PRNT de 77%, que foi corrigido para PRNT 100%, tendo sido incorporado ao solo 90 dias antes do plantio do milho. Foi usada a cultivar de milho BRS 106, tolerante a média toxidez de Al.

O preparo da área foi iniciado em outubro de 2007, e constou de remoção mecanizada de parte da vegetação, através de trator de rodas de média potência, equipado com lâmina frontal dentada (ancinho). O remanescente da vegetação foi incorporado com arado de discos, sendo em seguida a área destorroada e nivelada com grade niveladora.

O calcário foi aplicado com distribuidor de calcário de eixo vertical (centrifugo), e incorporado com a gradagem no perfil do solo localizado de 0 a 20 cm, com 90 dias de antecedência à implantação da cultura. O Arad, em dose única, foi aplicado com distribuidor de calcário de eixo horizontal, na superfície do solo, um dia antes do semeio; o fosfato solúvel, na dose total e a metade do N e K foram aplicados por ocasião do semeio do milho, com semeadora adubadora manual (matraca); a segunda parcela do N e K, foram aplicados à lanço 40 dias após o semeio.

As variáveis de resposta avaliadas foram altura da planta, medida do solo até a base da folha bandeira, altura da espiga medida do solo até a base da primeira espiga, por ocasião da floração plena; neste mesmo estágio foram coletadas amostras de planta e de folhas de cada sub-parcela para determinação de massa seca e determinação do acúmulo nutrientes na folha; a coleta de folha seguiu o critério de retirada da folha inferior oposta à espiga. Esse material foi seco em estufa com ventilação forçada a 60° C, por 72 horas. As folhas foram moídas e submetidas à análise de nutrientes. A produtividade, número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira, peso de mil grãos e a determinação da umidade foram avaliadas por ocasião da maturação plena. Para determinar a produtividade foram coletadas as espigas de cada sub-parcela, eliminando-se o efeito de bordadura; destas foram amostradas 10 espigas para as demais determinações. As espigas foram despalhadas e debulhadas manualmente e os grãos pesados, após secagem na própria espiga; a produtividade foi corrigida para 13% de umidade.

As variáveis foram analisadas estatisticamente pelos programas SAEG e SISVAR.

2.3-RESULTADOS E DISCUSSÃO

As diferentes dosagens de P_2O_5 da fonte fosfato natural reativo de Arad não provocaram diferenças significativas na produtividade, no número de fileiras por espiga, no número de grãos por fileira, na altura da planta, na altura da planta, na altura da espiga, na

matéria seca da parte aérea, no peso de 1000 grãos, no teor de fósforo na folha em g kg^{-1} , nem no acúmulo de fósforo na massa seca em kg ha^{-1} (Tabelas 1, 2 e 3).

Tabela 1. Quadrado médio (QM), quadrado médio do resíduo (QMr) das variáveis produtividade (P), número de fileiras de grãos por espiga (FE), número de grãos por fileira (GF), altura da planta (AP) e altura da espiga (AE) de milho sob efeito de diferentes doses de P^2O^5 da fonte fosfato natural reativo de Arad, das combinações (NPK; NK; MK+cal) e interações.

TRATAMENTOS		P	FE	GF	AP	AE
Doses de P^2O^5 (Arad)	QM	9600,23	1,062	3,057	365,22	9,5156
	QMr	5204,77	0,895	1,185	52,24	6,2906
	Sig.	ns	ns	ns	ns	ns
Combinações (NPK; NK; MK+cal)	QM	0,18496	178,72	1164,89	23169,19	7208,26
	QMr	5204,77	0,895	1,185	52,24	6,2906
	Sig.	**	**	**	**	**
Interação	QM	2842,52	3,506	1,668	185,85	11,5156
	QMr	5204,77	0,895	1,185	52,24	6,2906
	Sig.	ns	ns	ns	ns	ns

Significância: ns= não significante, *= significante 5 % e ** significante 1%

A falta de diferença significativa entre as doses de P_2O_5 , provenientes do Arad, para os atributos do milho pode estar relacionado ao fato de que este fertilizante apresenta um baixo teor de fósforo solúvel, além de lenta solubilidade, principalmente em solo calcariado. Assim pode-se admitir que na fase inicial de crescimento das plantas, quando a demanda por fósforo é alta, não tenha ocorrido a solubilidade de uma adequada quantidade do fósforo para nutrir a lavoura. Pesquisas têm comprovado que o suprimento de fósforo através do Superfosfato Triplo tem sido mais eficiente no crescimento inicial de plantas de milho quando comparado ao fosfato natural reativo de Arad (HARGER et al., 2007). Lara Cabezas e Horowitz (1999), também constataram que o fosfato reativo de Arad teve a capacidade de fornecer fósforo correspondente a 60% quando comparado ao fosfato solúvel.

Tabela 2. Quadrado médio (QM), quadrado médio do resíduo (QMr) das variáveis massa seca da parte aérea (MSPA), peso de 1000 grãos (P1000), teor de Fósforo na folha (FF), e acúmulo de Fósforo na folha por hectare (FFha⁻¹), de milho sob efeito de diferentes doses de P²O⁵ da fonte fosfato natural reativo de Arad, das combinações (NPK; NK; MK+cal) e interações.

TRATAMENTOS		MSPA	P1000	FF	FFha ⁻¹
Doses de P ² O ⁵ (Arad)	QM	5204,43	15,1822	0,8744	0,1928
	QMr	5832,34	86,8850	0,1411	0,7204
	Sig.	ns	ns	ns	ns
Combinações (NPK; NK; NK+cal)	QM	0,16687	3071,55	0,7526	75,1042
	QMr	5832,34	86,8850	0,1411	0,7204
	Sig.	**	**	**	**
Interação	QM	18650,72	208,612	0,2979	0,5690
	QMr	5832,34	86,8850	0,1411	0,7204
	Sig.	ns	ns	ns	ns

Significância: ns= não significante, *= significante 5 % e ** significante 1%

Tabela 3. Produtividade (P), número de fileiras de grãos por espiga (FE), número de grãos por fileira (GF), massa seca da parte aérea (MSPA), peso de mil grãos (P1000), teor de Fósforo na folha (FF) e acúmulo de Fósforo na folha (FFha⁻¹) de milho sob efeito de diferentes doses de P²O⁵ da fonte fosfato natural reativo de Arad.

Doses de Arad	P	FE	GF	AP	AE	MSPA	P1000	FF	FFha ⁻¹
Kgha ⁻¹ de P ² O ⁵	Kgha ⁻¹	u	u	cm	cm	Kg ha ⁻¹	g	mg kg ⁻¹	Kg ha ⁻¹
50	823,06	12	14	143,68	71,62	755,56	214	1,87	1,41
100	877,18	14	14	151,91	70,50	755,75	216	1,78	1,41
200	870,93	12	16	151,68	70,69	779,93	216	1,76	1,46
300	849,18	12	14	154,81	69,75	791,62	215	1,69	1,48
Significância	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
cv%	8,44	7,91	7,42	4,80	3,55	9,91	4,32	21,08	25,76

As diferenças foram muito significativas quando o milho recebeu a aplicação de NPK, quando comparado aos outros tratamentos; a produtividade e os outros atributos do milho foram muito superiores (Tabela 4). O nitrogênio o potássio e o calcário, em combinação, e o fosfato natural reativo de Arad não expressaram de forma significativa as suas funções na planta, em comparação com fonte de fósforo solúvel, embora muitas pesquisas tenham demonstrado a importância desses insumos para a cultura do milho.

Avaliando o efeito de diferentes doses de nitrogênio na cultura do milho, Lucena et al. (2000) verificaram respostas da cultura até 111,1 kg ha⁻¹ de N. Duete et al. (2008), constataram que a aplicação de 135 kg ha⁻¹ de N em milho, parcelados em três vezes, proporcionou a máxima produtividade de grãos. Estudando a adubação potássica em milho, trigo e soja, Wendling et al. (2008) concluíram que o valor crítico de potássio no solo, para as três culturas foi de 75 mg dm⁻³ e que foi necessário aplicar 5 kg ha⁻¹ de K₂O para elevar em 1 mg dm⁻³ o teor de K no solo.

Tabela 4. Produtividade (P), número de fileiras de grãos por espiga (FE), número de grãos por fileira (GF), massa seca da parte aérea (MSPA), peso de mil grãos (P1000), teor de Fósforo na folha (FF) e acúmulo de Fósforo na folha (FFha⁻¹) de milho influenciados por diferentes composições de nutrientes.

Nutrientes	P	FE	GF	AP	AE	MSPA	P1000	FF	FFha ⁻¹
	Kg ha ⁻¹	u	u	cm	cm	Kg ha ⁻¹	g	mg kg ⁻¹	kg ha ⁻¹
NPK	2461,38a	16a	27a	202,00a	102,30a	2301,68a	233,75a	2,06a	4,77a
NK+ CAL	420,94b	12b	13b	150,25b	62,25b	299,56b	219,43b	1,81ab	0,50b
NK	347,88c	12b	11c	138,81c	60,80b	267,56bc	206,43c	1,68b	0,49b
Arad	190,19d	8c	07d	111,06d	57,12c	214,06c	203,43c	1,55b	0,38b
cv%	8,44	7,91	7,42	4,80	3,77	9,91	4,32	21,08	25,76
DMS	68,05	0,89	1,03	6,81	2,36	72,04	8,79	0,35	0,80

Médias seguidas da mesma letra no sentido vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fageria (2001), avaliando o efeito da calagem, em diferentes níveis, em solo ácido e distrófico, no cerrado do Brasil central, concluiu que as dosagens de 5, 8 e 9 ton./ha. proporcionaram produtividades equivalentes a 90% do rendimento máximo, tendo em conta o aspecto econômico, para lavouras de feijão, milho e soja, respectivamente. Além disso, o calcário aumentou significativamente o pH do solo e os teores de cálcio e magnésio trocáveis. Em Ponta Grossa, no Paraná, também em solo ácido e distrófico, Caíres et al

(2004) avaliaram as alterações químicas do solo e a resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. A aplicação de calcário em superfície alterou o pH na camada de 0 a 0,5 cm; o calcário incorporado alterou o pH no perfil de incorporação (0 a 20 cm); a aplicação do calcário associado ao gesso, devido a ação em profundidade deste último, é uma estratégia eficiente para maximizar a produtividade do milho, concluem os autores.

Conforme mostra a tabela 4, o tratamento NPK, com fósforo solúvel, foi superior aos outros tratamentos, em todas as variáveis de resposta, o que possivelmente confirma a alta demanda do milho por fósforo na fase inicial de crescimento. A aplicação do nitrogênio e do potássio em solo calcariado, bem como, em solo que não recebeu calcário (NK+CAL e NK), superaram o tratamento que recebeu apenas fosfato natural de Arad, em produtividade (P), número de fileiras de grãos por espiga (FE), número de grãos por fileira (GF), altura da planta (AP) e altura da espiga (AE). A aplicação do nitrogênio e potássio associados à calagem superou o tratamento que recebeu a aplicação apenas de NK, em produtividade (P), número de grãos por fileira (GF), altura da planta (AP) e peso de mil sementes (P1000). A produção de massa seca da parte aérea da planta (MSPA) e o peso de 1000 grãos (P1000) foram maiores no tratamento NK +CAL, do que no tratamento que recebeu apenas Arad; para o teor de fósforo na folha (FF) o tratamento que recebeu NPK foi igual ao NK+CAL, tendo superado os demais, enquanto que a quantidade de fósforo na folha por hectare (FFha) foi maior com a aplicação do NPK do que nos outros tratamentos, que se igualaram entre si.

Não houve diferença significativa para a interação entre os tratamentos nas variáveis de resposta (Tabela 5); possivelmente, isso confirma a predominância da ação do fósforo fornecido pelo Superfosfato Triplo na fase inicial e em grande parte do ciclo da cultura, no tratamento em que foi aplicado NPK, ou seja, a pequena e tardia ação do fósforo fornecido pelo fosfato natural de Arad não possibilitou que o mesmo interagisse com os outros tratamentos com os quais foi combinado, para as variáveis em questão. Pesquisadores têm constatado que a demanda inicial por fósforo pelo milho é muito intensa (HARGER et al., 2007) e que o suprimento de fósforo através do Superfosfato Triplo tem sido mais eficiente no crescimento inicial de plantas de milho quando comparado ao fosfato natural reativo de Arad. Estudando a eficiência agrônômica de fosfatos naturais reativos e fosfato solúvel na cultura do milho, Kondörfer; Lara Cabezas e Horowitz (1999), verificaram que o fosfato

reativo de Arad teve a capacidade de fornecer fósforo correspondente a 60%, quando comparado ao fosfato solúvel.

As diferenças no acúmulo dos nutrientes pela folha do milho, em função das combinações de tratamentos (Tabela 6), não influenciaram na produtividade e outros atributos da cultura. Isso pode ser explicado por estarem todos os teores dentro da faixa considerada adequada para um crescimento considerado normal pelas plantas (DECHEN; NACHTIGAL, 2007).

Tabela 5- Significâncias das análises de variância para os níveis de nutrientes nas folhas de milho em função dos tratamentos aplicados e da interação entre os tratamentos.

Fontes de variação	Nutrientes				
	N	P	K	Ca	Mg
Doses de Arad	ns	ns	ns	ns	ns
Combinações	*	*	*	ns	**
Arad X combinações	ns	ns	ns	ns	ns

ns = não significativo; * significativo a 5% e ** significativo a 1% de probabilidade.

No tratamento NPK, com fósforo solúvel, onde o crescimento das plantas foi maior, se verifica que o acúmulo de fósforo na folha foi igual ao tratamento sem combinação (SC) que recebeu apenas Arad (Tabela 6). É possível que a solubilização do Arad durante o crescimento das plantas, mesmo que tardiamente e já tendo afetado o crescimento inicial, tenha possibilitado a absorção do fósforo ao nível semelhante ao do tratamento com fósforo solúvel.

Tabela 6 – Acúmulo de Nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) influenciados por diferentes combinações de nutrientes.

Tratamentos	Nutrientes (g kg ⁻¹)				
	N	P	K	Ca	Mg
NPK	12,67b	2,06a	23,06a	15,39a	17,79b
NK+calcário	15,12a	1,67b	24,07a	18,11a	31,62a
NK	13,29ab	1,55b	22,21ab	18,45a	21,29b
SC	12,91b	1,81ab	20,23b	9,22a	21,75b

Médias seguidas da mesma letra no sentido vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

2.4 CONCLUSÕES

O tratamento com NPK, com fósforo solúvel, foi mais eficiente no aumento da produtividade e outros atributos do milho.

Para o milho, como cultura inicial no sistema lavoura-pecuária, a aplicação de fosfato de Arad, por ocasião do semeio, não disponibiliza fósforo para proporcionar adequado crescimento e produção de grãos.

Os diferentes teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, nas folhas do milho, não influenciaram na produtividade e demais atributos da cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAIRES, E. F. et al. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. **Revista Brasileira de ciência do Solo**, v.28, p.125-136, 2004.

DECHEN, A. R. ; NACHTIGAL, G.R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F. et al (Ed). **Fertilidade do solo**. Viçosa (MG) : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap.3.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 2 ed. Belém : Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 173 p.

DUETE, R. R. C. et al. Manejo da adubação nitrogenada e utilização do (¹⁵N) pelo milho em Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de ciência do Solo**, v.32, n.1, p. 161-171, jan./fev. 2008.

EMBRAPA, **Análises químicas para avaliação da fertilidade do solo, métodos usados na Embrapa solos**. EMBRAPA, Documentos, n. 3. 2007.

FAGERIA, N. K. ; STONE L.F. **Manejo da acidez dos solos de cerrado e de várzea do Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa- CNPAF, 1999, 42p.

_____. Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de cerrado. **Pesq. agropec. Brás.**, Brasília, v36, n.11, p. 1419-1424, nov. 2001.

FOLONI, J. S. S. ; ROSOLEM, C. A. Produtividade e acúmulo de Potássio na soja em função da antecipação da adubação potássica no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.4, p. 1549-1561, 2008.

FRANCELLI, A. L.; NETO, D. D. **Produção de milho**. Guaíba, 2000. 360p.

HARGER, N. et al. Avaliação fontes e doses de fósforo no crescimento inicial do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 1, p. 39-44, jan./mar. 2007.

KLUTHCOUSKI, J. ; PACHECO, A. R.; TEIXEIRA, S.M. ; OLIVEIRA. G.T. **Renovação de pastagens de cerrados com arroz: 1-Sistema Barreirão**. Goiânia : Embrapa-CNPAP, 1991. 20 p. (Documentos 33),

KONDÖRFER, G. H., LARA CADEZAS, W. A ; HOROWITZ, N. Eficiência agrônômica de fosfatos naturais reativos na cultura do milho. **Sciency Agricola**, Piracicaba, v. 56, n.2, 1999.

LARA CABEZAS, V. A R. ; SOUZA, M. A. Volatilização de amônia, lixiviação de nitrogênio e produtividade de milho em resposta a aplicação de misturas de uréia com sulfato de amônio ou com gesso agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p. 31-42, 2008.

LUCENA, L. F. C. Resposta do milho a diferentes dosagens de Nitrogênio e Fósforo aplicados ao solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.4, n3, p 334-337, 2000.

MEURER, E. J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. (Ed). **Nutrição mineral de Plantas**. Viçosa (MG): Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. Cap.11.

NOVAIS, R. F. ; SMYTH, T. J. ; NUNES, F. N. . Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F. et al (Ed). **Fertilidade do solo**. Viçosa (MG): Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap.13.

WANDLIG, A. et al. Recomendação de adubação potássica para trigo, milho e soja sob sistema de plantio direto na Paraguai. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p. 29-39, 2008.

CAPÍTULO 3

PRODUÇÃO DO FEIJÃO-CAUPI APÓS O CULTIVO DE MILHO ADUBADO COM FOSFATO NATURAL E SOLÚVEL, EM ÁREA COM PASTAGEM DEGRADADA

RESUMO

As áreas com pastagens degradadas na Amazônia têm crescido de forma significativa, contribuindo para o aumento do desmatamento na região. A integração das pastagens com lavouras pode constituir uma alternativa para a recuperação e manutenção sustentável das pastagens na região, diminuindo a abertura de novas áreas de floresta. O feijão caupi (*Vigna unguiculata*) tem boa adaptabilidade a solos de baixa fertilidade e elevado valor nutritivo, sendo utilizado na Amazônia no segundo cultivo do ano. Com isto, pode contribuir com o aumento da renda do produtor, reduzindo os custos da recuperação das pastagens degradadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção do feijão-caupi como cultura sucessora ao milho submetido a adubação com fosfato natural Arad isolado e combinado com nitrogênio, fósforo solúveis, potássio e calcário. O experimento foi instalado em Latossolo Amarelo, sob pastagem degradada. O delineamento experimental foi blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. A adubação foi realizada na cultura anterior (milho) utilizando quatro doses de fosfato Arad: 50; 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅, constituindo as parcelas, combinadas com NPK, NK e NK + calagem (sub-parcelas). As doses de Arad elevaram o teor de fósforo no solo; não ocorreram diferenças significativas das doses de Arad para as variáveis produtividade de grãos, número de vagens por planta e peso de 100 grãos; para os demais componentes de rendimento as maiores doses de Arad foram superiores à dose de 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅. A aplicação do Arad combinado com NK + calcário foi estatisticamente superior na produtividade de grãos, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa seca da parte aérea do que a sua combinação com NPK; não houve diferença significativa das diferentes combinações de fertilizantes para a variável teor de fósforo na planta.

Palavras chave: Fosfato de Arad, cultura sucessora, integração, desmatamento.

ABSTRACT

The depredated pasture area in Amazon has significantly increased, contributing to the enhancement of deforestation in this Region; the integration of crop fields with pasture can be used as an alternative to the recovery and sustainable maintenance of pastures, reducing the need for other areas in the forest. The cowpea bean (*Vigna unguiculata*) has great adaptability to low fertility soils and is traditionally used by farmers in the second cycle. Thus, can be used to increase farmers income, recucing the costs of the process to recovery depredated pastures. The aim of the work was to evaluate the cowpea bean production planted after the corn cycle, using fertilization with Arad's phosphate only or in combination with nitrogen, soluble phosphorous, potassium and limestone. This study was installed in a depredated pasture over an yellow latosol. The experimental sampling used was randomized complete blocks with parcels subdivided with four repetitions. In each parcel were used four proportion of phosphorous: 50; 100, 200 and 300 kg ha⁻¹ of P₂O₅, in the form of Arad's phosphate, combined with NPK, NK and NK + liming and a blank sub parcel. The Arad's used enhanced the level of phosphorous in the soil; did not occur significant changes in productivity. The combination of Arad and NK + liming was statistically superior in productivity and dry mass in relation to the combination with NPK; did not have significant changes in relation to the different fertilizers combination and the amout of phosphorous in the plants.

Key words: Arad's Phosphate, second cycle culture, integration, deforestation.

3.1- INTRODUÇÃO

As áreas com pastagens degradadas na Amazônia são extensas e têm crescido anualmente devido ao manejo inadequado. Estas áreas são, geralmente, abandonadas pelos produtores e deixadas à margem do processo produtivo, levando ao desmatamento de novas áreas de florestas nativas. Alternativas devem ser buscadas visando a recuperação e a reforma de pastagens, em relação à incorporação de novas áreas pelo processo tradicional de derrubada e queima da floresta, por questões econômicas e ambientais. A integração lavoura-pecuária pode se constituir prática de manejo importante na recuperação das pastagens degradadas, por reduzir os custos e diversificar as atividades nas propriedades rurais, possibilitando, assim, maior sustentabilidade no uso da terra. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção do feijão-caupi como cultura sucessora ao milho adubado com fosfato natural Arad combinado com nitrogênio, fósforo solúvel, potássio e calcário

O sistema de corte e queima da vegetação, ainda muito utilizada na formação de pastagem na região, proporciona uma grande disponibilidade de forragem nos primeiros anos devido aos elementos minerais contidos na cinza da vegetação queimada, principalmente fósforo, potássio e cálcio; a falta de manejo adequado aliado ao decréscimo do fósforo disponibilizado pela cinza da queimada, no entanto, vai progressivamente debilitando o pasto que em poucos anos de uso se torna completamente degradado. Esta situação nos leva à necessidade urgente de estudar formas de desenvolver sistemas contínuos e sustentáveis de manejo da terra, inclusive para trazer de volta ao processo produtivo as áreas alteradas, hoje marginalizadas. A integração lavoura-pecuária pode se constituir em uma alternativa importante para recuperar as pastagens degradadas na Amazônia. Os sistemas similares ao Santa Fé e Barreirão podem ser usados para esse fim. Nesse sistema, as lavouras são utilizadas a fim de que a produção de grãos pague, uma parte, dos custos da recuperação das pastagens. Na área da pastagem degradada, cultiva-se grãos por um, dois ou mais anos e, depois, volta-se com a pastagem, que vai aproveitar os nutrientes residuais das lavouras na produção de forragem. As principais culturas utilizadas no sistema de integração lavoura pecuária tem sido o milho e o arroz (KLUTKOUSKI, 2003).

Poucos são os produtores rurais que fazem uso da adubação e prática de manejo nas pastagens na Amazônia. Isto se deve aos elevados custos dos insumos na região e, também

a carência de informações que possibilitem um maior rendimento e, conseqüentemente uma maior lucratividade dos empreendimentos.(DIAS FILHO, 2005).

A disponibilidade de fósforo nos solos é influenciada por uma série de reações químicas, principalmente, a adsorção; os fosfatos solúveis fornecem mais rapidamente o elemento para as plantas, no entanto adsorvem mais intensamente no solo do que os fosfatos reativos, que por sua vez embora de solubilização lenta e gradual proporcionam um efeito residual mais duradouro (DECHEN; NACTHIGAL, 2007). Nos solos altamente intemperizados dos trópicos úmidos esse elemento é considerado o nutriente mais limitante para a produtividade das plantas, devido à sua baixa disponibilidade. (NOVAIS; SMYTH; NUNES, 2007).

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata (L) Walp.*) tem sido cultivado no Nordeste e Norte do Brasil em solos com baixa disponibilidade de nutriente, principalmente, o fósforo, ficando a produtividade na dependência do adequado suprimento de nutrientes. Frequentemente, o fornecimento do fósforo tem sido feito na forma de fosfatos solúveis por ocasião do semeio, no entanto, o aproveitamento do poder residual de fontes alternativas de menor custo, como os fosfatos naturais reativos, pode ser uma prática eficiente de manejo em sistemas seqüenciais de integração lavoura/pecuária. Na safra de 2009, foram cultivados no Estado do Pará 35.814 ha. de feijão-caupi gerando uma produção de 22.133 toneladas de grãos com produtividade de 617 kg ha^{-1} ; desse total, foram colhidos 16.609 ha na Mesorregião do Nordeste paraense com produção de 10.343 toneladas e produtividade de 623 kg ha^{-1} (IBGE/GCEA; SAGRI/GEEMA, 2010)

Em cultivos que usam tecnologias, principalmente adubação, a produtividade tem chegado a 1500 kg ha^{-1} ; existe a expectativa de se atingir 3000 kg ha^{-1} , segundo Carvalho et al. (2002). O melhoramento do potencial genético do feijão-caupi e a definição de produtos e doses de fertilizantes e calcário apropriados aos diferentes sistemas de produção são fundamentais para se atingir esse objetivo.

Trabalhos realizados na Amazônia brasileira (SMYTH; CRAVO, 1990; SMYTH; CRAVO, 1992; CRAVO; SMYTH, 1997) e na Amazônia peruana (SÁNCHEZ et al., 1983) mostraram que em solos de áreas abandonadas, sem uso de fertilizantes e calcário, a maioria das culturas não produz satisfatoriamente.

A adubação química e a calagem utilizadas na mesorregião do Nordeste paraense são realizadas de forma inadequada. Em levantamento realizado nesta região, Carvalho et al. (2002) constataram que os produtores que fazem uso da prática da adubação não utilizam as formulações mais eficientes para cada caso, muitas vezes por carência de informações científicas. A fórmula utilizada com maior frequência é a 4-20-20, sendo a quantidade média de 194,06 kg/ha.

Os fosfatos com alta solubilidade em ácido cítrico (termofosfatos e fosfatos naturais de alta reatividade – gafsa, por exemplo), têm mostrado eficiência similar aos solúveis em água, quando computado o efeito residual em longo prazo; os fosfatos naturais brasileiros (Abaeté, Araxá, Alvorada, Catalão, Patos e Tapira) têm mostrado, com relação aos solúveis em água, uma baixa eficiência inicial (3 a 20%), passando após alguns anos para 15 a 45% (LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G., 2000).

Com o objetivo de avaliar a eficiência agrônômica dos fosfatos naturais de Arad e de Gafsa em relação ao superfosfato triplo (SFT), em culturas seqüenciais de soja, trigo e milho, e utilizando idênticas dosagens de P_2O_5 , Peruzzo et al., (1997) obtiveram produtividades médias em torno de 3% menores nas áreas com fosfatos naturais. Considerando os valores de P_2O_5 total nos fosfatos de Arad (33%) e de Gafsa (29%), os autores concluíram que, se os preços desses fosfatos, por tonelada de produto, forem menores que 67% do preço do superfosfato triplo, estas fontes podem tornar-se alternativas economicamente viáveis para as referidas culturas.

Avaliando, comparativamente, a capacidade extratora de P da soja (*Glycine max*), milho (*Zea mays*), braquiarião (*Brachiaria brizantha*) e milheto (*Pennisetum glaucum*), submetidos a diferentes doses do fertilizante fosfatado natural fosforita Alvorada, em condições controladas, em um Argissolo Vermelho distroférico de textura média, corrigido e adubado com N, K e micronutrientes, Foloni et al., (2008), concluíram que o milho, ao contrário da soja, respondeu positivamente ao aumento da dose de P_2O_5 via fosforita Alvorada; a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, apesar da menor produção de matéria seca em relação ao milheto, apresentou alta eficiência na absorção de P, mesmo com o fornecido deste nutriente por meio de fonte pouco solúvel e o milheto apresentou-se como importante espécie de cobertura do solo, graças ao alto potencial para produção de fitomassa e reciclagem de fósforo.

A aplicação de fosfato de rocha de Sokoto (Nigéria), na dosagem de 25 kg ha^{-1} foi significativamente superior a testemunha nas condições de solo pobre e ácido da Nigéria, na África (SOKOTO; SINGH, 2008).

A calagem é reconhecida como uma das mais eficientes práticas de manejo dos solos ácidos em todo o mundo, não só por elevar o pH e reduzir o teor de elementos tóxicos para as plantas, principalmente o alumínio, como também por contribuir no fornecimento de cálcio e magnésio (FAGERIA; STONE 1999). A carência de cálcio provoca uma redução no crescimento das raízes. A deficiência de magnésio provoca redução de produtividade em lavouras temporárias (DECHEN; NACHTIGAL, 2007). Fageria (2001), avaliando o efeito da calagem, em diferentes dosagens, em solo ácido e distrófico, no cerrado do Brasil central, concluiu que as dosagens de 5, 8 e 9 ton./ha. proporcionaram produtividades equivalentes a 90% do rendimento máximo, tendo em conta o aspecto econômico, para lavouras de feijão, milho e soja, respectivamente. Além disso, o calcário aumentou significativamente o pH do solo e os teores de cálcio e magnésio trocáveis.

Estudando a adubação potássica em milho, trigo e soja, Wandling et al. (2008) concluíram que o valor crítico de potássio no solo, para as três culturas, foi de 75 mg dm^{-3} e que foi necessário aplicar 5 kg ha^{-1} de K_2O para elevar em 1 mg dm^{-3} o teor de K no solo. A aplicação antecipada do potássio no sistema de plantio direto na palha, quando se aplica o fertilizante na planta de cobertura anterior, pode ser vantajosa para a lavoura principal; a aplicação de dosagens compreendidas entre 60 e 90 kg ha^{-1} de K_2O na semeadura do milheto que antecedeu a cultura da soja, não comprometeu o acúmulo de potássio nesta última; além disso a exportação de K pela soja foi minimizada com a aplicação antecipada do fertilizante (FOLONI; ROSELEM, 2008).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do fosfato natural reativo de Arad isoladamente e em combinação com P solúvel, N, K e calcário aplicado na cultura anterior (milho) na evolução dos atributos do solo e na produtividade do feijão-caupi.

3.2- MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área de pastagem degradada na mesorregião Nordeste do Estado do Pará, Amazônia Oriental, localizada a 1°03'58"S e 48°03'26" altitude de 27 metros acima do nível médio do mar (Figura 1 A). O clima predominante é Af da classificação de Köppen, precipitação mensal mínima igual ou superior à 60 mm.

O solo foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico, com baixa saturação por base ($V\% = 8,9$), ácido ($\text{pH KCl} = 4,8$), Al^{+++} ($1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), $m\% 66$, baixo nível de fósforo ($2,7 \text{ mg dm}^{-1}$), $\text{K } 0,04 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{Ca } 0,23 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{Mg } 0,23 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{M.O. } 15,94 \text{ g kg}^{-1}$, apresentando $457,09 \text{ g kg}^{-1}$ de areia fina, $360,52 \text{ g kg}^{-1}$ de areia grossa, $92,29 \text{ g kg}^{-1}$ de silte e teor de argila igual a $90,10 \text{ g kg}^{-1}$ (EMBRAPA, 2007).

A área tem um histórico de implantação de pastagem, pelo processo de derruba e queima que remota aproximadamente quinze anos. Foi manejada durante esse tempo, com pastejo de bovinos, em sistema semi intensivo, sem receber nenhuma adubação. A pastagem de quicuiu da Amazônia, (*Brachiaria umidicola*), por ocasião da implantação do experimento, se apresentava completamente degradada; a área estava em período de pousio, com vegetação espontânea de pequeno porte, classificada regionalmente como capoeirinha.

O trabalho foi implantado em janeiro de 2008 ou, em delineamento experimental blocos ao acaso, em esquema de parcelas sub-divididas, com quatro tratamentos nas parcelas; quatro nas sub-parcelas e quatro repetições. Cada parcela mediu 84 m^2 e cada sub-parcela 21 m^2 . Nas parcelas foram aplicadas quatro doses de fósforo: 50; 100, 200 e 300 kg ha^{-1} de P_2O_5 , na forma de fosfato natural reativo de Arad, considerado o fósforo total no fertilizante (33%), combinadas com NPK (111 kg ha^{-1} de uréia + 130 kg ha^{-1} de superfosfato triplo + 84 kg ha^{-1} de cloreto de potássio), NK (111 kg ha^{-1} de uréia + 84 kg ha^{-1} de cloreto de potássio), NK + calagem (111 kg ha^{-1} de uréia + 84 kg ha^{-1} de cloreto de potássio + calagem) e zero de NK, aplicados nas sub-parcelas. As doses de NPK foram determinadas para expectativa de produtividade de 2 a 4 t ha^{-1} de milho, para solos de baixa fertilidade (FRANCELLI; NETO, 2000). As dosagens de Arad e o superfosfato triplo foram aplicados de uma só vez. No tratamento NPK foram aplicadas, juntamente com o superfosfato triplo, um terço da uréia e do cloreto de potássio, correspondentes ao tratamento, por ocasião do semeio da cultura inicial (milho), sendo o restante aplicado 30 dias após. A quantidade de calcário foi calculada pelo método do alumínio trocável,

utilizando-se calcário com PRNT de 77%, corrigido para PRNT 100%, na quantidade de 2,59 t ha⁻¹, aplicado 90 dias antes do semeio do milho, e incorporado ao solo.

O preparo da área constou de remoção mecanizada de parte da vegetação, através de trator de rodas de média potência, equipado com lâmina frontal dentada (ancinho), incorporação do restante da vegetação com arado de discos e destorroamento e nivelamento com grade niveladora. O calcário foi aplicado com distribuidor de calcário de eixo vertical (centrífugo), e incorporado ao solo com a gradagem no perfil do solo localizado de 0 a 20 cm. O Arad, em dose única, foi aplicado com distribuidor de calcário de eixo horizontal, na superfície do solo.

Após a colheita manual do milho, em junho de 2008, foram coletadas amostras de solo de cada sub-parcela para determinação dos níveis de P, K, Ca, Mg e Al. Posteriormente foi feita a roçagem da área com roçadeira mecanizada e 20 dias após a vegetação espontânea foi dessecada com herbicida a base de glyphosate, utilizando 3 l ha⁻¹ do produto comercial. Em junho de 2008 o feijão-caupi, cultivar BRS Guariba, foi semeado sobre a palha do milho nas mesmas parcelas, com semeadora manual (matraca), em covas espaçadas de 0,65 x 0,20 m, utilizando três sementes por cova.

O braquiário (*Brachiaria brizantha*, Stapf), cultivar marandú, foi plantado em semeio simultâneo, nas entrelinhas do feijão caupi em covas espaçadas 0,5 metro dentro da linha, com uma densidade de 240 pontos de vc por hectare. Essas culturas não receberam adubação.

Foram coletadas na floração, plantas de feijão-caupi de uma área de 1 m² de cada sub-parcela para determinação da massa seca e dos nutrientes. Esse material foi seco em estufa com circulação de ar forçado, a 60° C, por 72 horas. Em seguida, foi pesado para calcular a massa seca da parte aérea e moído, para posterior análise do teor de nutrientes.

Antes da colheita foram coletadas vagens de dezoito plantas da sub-parcela para determinação do número de vagens por planta e do número de grãos por vagem. Os grãos foram reintegrados as sub-parcelas correspondentes. A produtividade foi determinada a partir da colheita das vagens da área útil de cada sub-parcela por ocasião da maturação plena dos grãos e extrapolada para um hectare. O peso dos grãos foi determinado após a correção da umidade para 13%.

As variáveis avaliadas foram produtividade, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de 100 grãos, massa seca da parte aérea e teor de nutrientes na planta. As variáveis foram analisadas pelo programas estatísticos SAEG e SISVAR.

3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses de Arad (50 a 300 kg ha⁻¹ P₂O₅) não influenciaram a produtividade do, o número de vagens por planta, a massa seca da parte aérea e o peso de 100 grãos de feijão-caupi (Tabela 1). O teor de fósforo na folha e o número de grãos por vagem sofreram influência significativa das doses de Arad (Figuras 1 e 2), porém não influenciaram na produção de grãos. É possível que o P disponibilizado pela menor dose de Arad em função do efeito residual tenha sido suficiente para promover um satisfatório rendimento. O fósforo absorvido nessa dose é 84% da absorção na maior dose, ratificando a premissa aventada. Esta dose (50 Kg ha⁻¹), proporcionou uma produtividade superior á média regional (IBGE/GCEA; SAGRI/GEEMA, 2010)

Tabela 1. Produtividade (Prod), número de vagens por planta (VP), número de grãos por vagem (GV), massa seca da parte aérea (MSPA), peso de 100 grãos (P100) e teor de fósforo na planta (P) de feijão-caupi influenciados por doses de P₂O₅ da fonte fosfato natural reativo de Arad.

Doses de Arad	Prod	VP	GV	MSPA	P100	P
Kgha ⁻¹ de P ₂ O ₅	Kg ha ⁻¹			Kg ha ⁻¹		mg kg ⁻¹
50	973	13,8	12,2	1473	20,8	2,1
100	981	13,6	13,2	1466	21,6	2,2
200	941	13,6	12,5	1495	21,7	2,3
300	981	13,0	13,5	1496	21,6	2,5
Significância	ns	ns	*	ns	ns	**
CV (%)	9,15	11,66	9,38	5,59	7,19	16,14
DMS	41,44	0,92	1,19	76,42	1,02	0,35

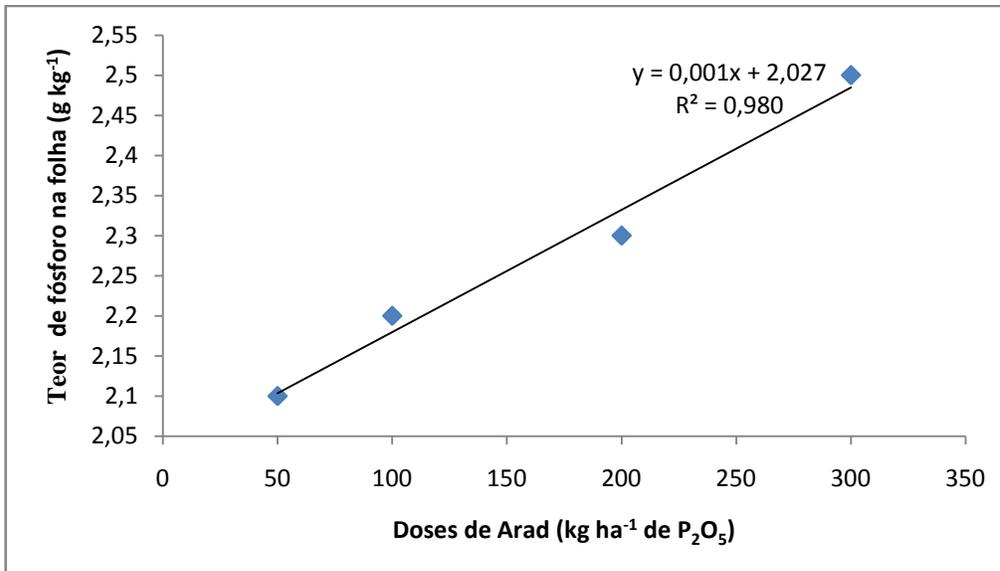


Figura 1. Regressão entre doses de Arad teor de fósforo nas folhas de feijão-caupi.

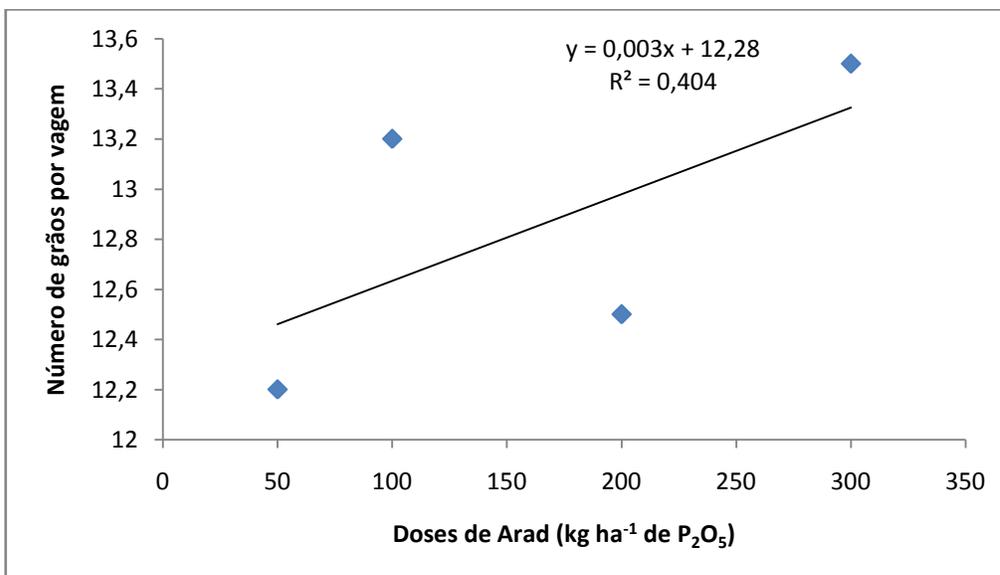


Figura 2. Regressão entre doses de Arad e número de grãos por vagem de feijão-caupi.

Nos solos altamente intemperizados dos trópicos úmidos o fósforo é considerado o nutriente mais limitante para a produtividade das plantas, devido à sua baixa disponibilidade no solo (NOVAIS; SMYTH; NUNES, 2007). Os fosfatos reativos apresentam solubilização lenta e gradual proporcionando um efeito residual mais duradouro do que os fosfatos solúveis que adsorvem mais rapidamente ao solo (DECHEN; NACHTIGAL, 2007). Têm sido observados aumentos marcantes do rendimento do feijão-

caupi em resposta à adubação fosfatada (SMYTH; CRAVO, 1990) e pelo uso de calcário e adubação química em áreas degradadas de pequenos produtores no município de Irituia/Pa (OLIVEIRA ; GALVÃO, 1999). A aplicação de fosfato de rocha de Sokoto (Nigéria), de origem sedimentar, na dose de 25 kg ha⁻¹, aumentou a produção de feijão caupi de forma significativa (SOKOTO; SINGH, 2008). Em Kwadaso (Ghana), Issaka, Dennis e Buri (2003), trabalhando com fosfato de rocha de Togo (28% de P₂O₅), em sistema de produção milho e feijão-caupi, verificaram que as dosagens de 800 e 1200 kg ha⁻¹ do produto comercial, foram superiores às dosagens de 400 e 600 kg ha⁻¹, na elevação da disponibilidade de fósforo no solo ao final de dois anos de aplicação, sem que isso se refletisse em diferença de produtividade de grãos de feijão-caupi; para a cultura do milho as duas maiores dosagens proporcionaram maiores produtividade de grãos, enquanto que as duas menores superaram a testemunha e o tratamento com aplicação de superfosfato simples na dosagem de 200 kg ha⁻¹. Esses resultados têm ainda uma importância ambiental e econômica, pois os fertilizantes são naturais e de menor preço do que os fosfatos industrializados. Maloth e Presad (2004), constataram que a aplicação de fosfato de rocha teve uma eficiência relativa de 50 a 55%, quando comparado ao fosfato solúvel, para a produtividade do feijão-caupi no cultivo inicial e que, no cultivo subsequente, o efeito residual do fosfato de rocha se igualou ao fosfato solúvel.

O efeito residual do Arad aplicado juntamente com nitrogênio e potássio, em área onde foi aplicado calcário elevou a produtividade de grãos em níveis superiores aos demais tratamentos, à exceção da aplicação conjunta Arad + NK, da qual não diferiu significativamente (Tabela 2). No entanto, o tratamento Arad+NK, cuja produção foi intermediária, não apresentou diferença significativa em relação aos tratamentos com Arad e Arad + NPK. Este resultado pode ser explicado pela ação do calcário aumentando o pH do solo neutralização de alumínio, ferro e manganês e diminuindo a insolubilização do fósforo, aumentando conseqüentemente a sua disponibilidade (FAGERIA; STONE 1999).

Embora as diferenças entre os tratamentos sejam significativas, observa-se que a menor produtividade obtida, com o uso apenas do Arad, corresponde a 90% da maior produtividade obtida com o tratamento Arad + NK + calcário. É possível que isso se deva ao efeito residual do Arad aliado ao seu efeito corretivo da acidez do solo.

Para as variáveis, número de grãos por vagem e massa seca da parte aérea (MSPA) os tratamentos Arad + NK + calcário e Arad + NK foram superiores aos demais (Tabela 2). O número de vagens por planta (VP) foi menor no tratamento que recebeu NPK. O peso de 100 grãos (P100) foi maior no tratamento Arad + NPK, quando comparado ao Arad + NK e Arad. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para a variável teor de fósforo na planta.

Tabela 2. Produtividade (Prod), número de vagens por planta (VP), número de grãos por vagem (GV), massa seca da parte aérea (MSPA), peso de 100 grãos (P100) e teor de fósforo na planta (P) de feijão-caupi, em função das combinações de tratamentos.

Nutrientes	Prod Kgha ⁻¹	VP	GV	MSPA Kgha ⁻¹	P100	P mg kg ⁻¹
Arad+ NPK	935b	12,6b	12,0b	1392c	22,7a	2,5a
Arad+NK+ Cal	1021a	13,9ab	13,6a	1479a	21,9ab	2,1a
Arad+NK	1001ab	14,4a	13,6a	1507a	20,6bc	2,1a
Arad	919b	13,3ab	12,3b	1412bc	20,3c	2,4a
CV (%)	9,1	11,7	9,4	5,6	7,2	16,1
DMS	83,6	1,5	1,4	76,4	1,5	0,7

Médias seguidas da mesma letra no sentido vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Após seis meses da aplicação das diferentes doses de Fosfato de Arad e combinações de tratamentos, ocorreram elevações dos teores dos nutrientes analisados, com destaque para os teores de fósforo, assim como redução do teor de alumínio (Tabela 3 e figura 1)

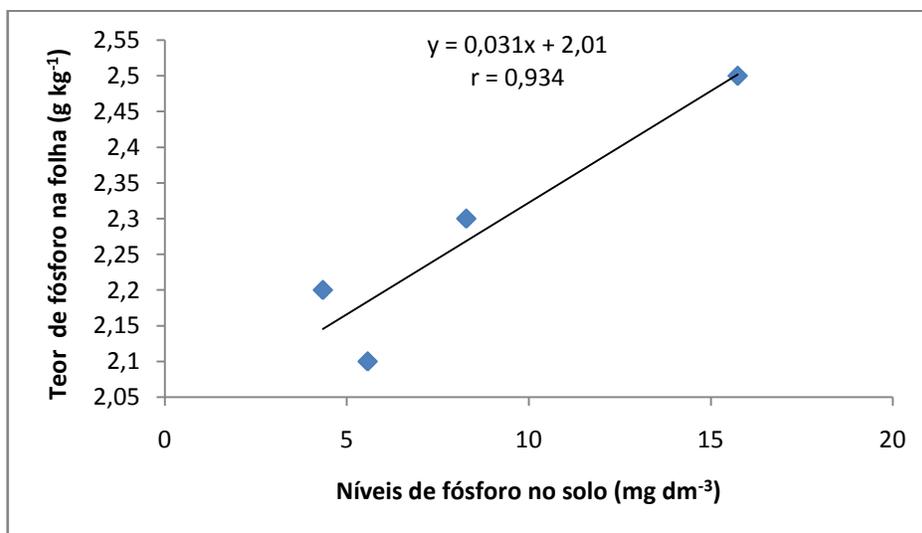


Figura 3. Correlação entre os níveis de fósforo no solo e teores de fósforo nas folhas do feijão caupi.

Ocorreu uma correlação linear entre os níveis de fósforo no solo e níveis de fósforo nas folhas do feijão-caupi (Figura 3), no entanto, o aumento linear do fósforo acumulado na planta, em função do aumento da concentração do fósforo no solo, não influenciou na produção da cultura.

Tabela 3- Teores de fósforo disponível, potássio, cálcio magnésio e alumínio trocáveis influenciados por doses de Arad, em um Latossolo Amarelo..

Doses de Arad	P	K	Ca	Mg	Al
	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³			
Kg kg ha ⁻¹ de P ² O ⁵					
50	5,57	0,061	0,35	0,58	0,83
100	4,34	0,068	0,35	0,54	0,86
200	8,28	0,059	0,38	0,57	0,88
300	15,74	0,078	0,40	0,48	0,92
*	(2,7)	(0,035)	(0,23)	(0,23)	(1,0)

*Valores médios antes da aplicação dos tratamentos.

3.3 CONCLUSÕES

A dose de 50 kg h⁻¹ de P²O⁵ do fosfato natural reativo de Arad é suficiente para garantir satisfatória produção de grãos de feijão-caupi.

As maiores produções de feijão-caupi foram obtidas quando foi utilizado Arad+NK+calcário e Arad+NK.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, R.A. ; HOMMA, A.K.H.; CONTO, A.J. de; FERREIRA, C.A.P. **Modificações no sistema de produção de caupi no nordeste paraense.** Belém : EMBRAPA/CPATU, 2002. 10p. (Documentos).

CRAVO, M. S. ; SMYTH, T. J. Manejo sustentado da fertilidade de um Latossolo da Amazônia Central sob cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de ciência do Solo**, Viçosa, v.2, p.607-616, 1997.

DECHEN, A. R. ; NACHTIGAL, G.R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F. et al (Ed). **Fertilidade do solo.** Viçosa (MG) : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap.3.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação.** 2 ed. Belém : Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 173 p.

EMBRAPA, **Análises químicas para avaliação da fertilidade do solo, métodos usados na Embrapa solos.** EMBRAPA, Documentos, n. 3. 2007.

FAGERIA, N. K. ; STONE L.F. **Manejo da acidez dos solos de cerrado e de várzea do Brasil.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa- CNPAF, 1999, 42p.

_____. Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de cerrado. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, Brasília, v36, n.11, p. 1419-1424, nov. 2001.

FOLONI, J. S. S. ; ROSOLEM, C. A. Produtividade e acúmulo de Potássio na soja em função da antecipação da adubação potássica no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.4, p. 1549-1561, 2008.

FOLONI, J. S. S.; TIRITAN, C. S.; CALONEGO, J. C.; ALVES JUNIOR. Aplicação de fosfato natural e reciclagem de fósforo por milheto, braquiária, milho e soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol.32, n.3, p. 1147-1155, 2008.

FRANCELLI, A. L.; NETO, D. D. **Produção de milho.** Guaíba, 2000. 360p.

IBGE/GCEA, **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola.** LSPA (2006 a 2009). Sistematização. SAGRI/GEEMA, 2010.

ISSAKA, R. N. ; DENNIS, E. A. ; BURI, M. M. Management of Phosphate Rock in Maize-cowpea Cropping System. **Soil Sciency Plant Nutrition**, Ghana, v.49, n.4, p.481-484, 2004.

KLUTHCOUKI, J. **Integração Lavoura Pecuária.** EMBRAPA arroz e feijão, Goiânia, Goiás, 570 p. 2003.

KLUTHCOUSKI, J. ; PACHECO, A. R.; TEIXEIRA, S.M. ; OLIVEIRA. G.T. **Renovação de pastagens de cerrados com arroz: 1-Sistema Barreirão.** Goiânia : Embrapa-CNPAF, 1991. 20 p. (Documentos 33),

MALOTH, S. ; PRASAD, R. Relative efficiency of rock phosphate and superphosphate for cowpea (*Vigna unguiculata*, L., Walp.) fodder. **Plant and Soil**, v.45, n. 1, p. 295-300, ago. 1976.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Uso eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas: aspectos agronômicos**. São Paulo, ANDA,72p. Boletim Técnico, 4, 2000.

OLIVEIRA, R. F.; GALVÃO, E. U. P. **Alterações da fertilidade do solo cultivado com milho e caupi submetido à calagem e adubação química, em Irituia – PA**. Belém : Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 26p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa, 13).

PERUZZO, G.; PÖTTKER, D.; WIETHÖLTER, S. Avaliação da eficiência agronômica dos fosfatos naturais reativos de Arad e de Gafsa. In : SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2., Passo Fundo, RS. **Anais**. Passo Fundo :EMBRAPA-CNPT, 1997. p. 259-61, 1997.

SÁNCHEZ, P.A; VILLACHICA, J.H.; BANDY, D. E. Soil fertility dynamics after clearing a tropical rainforest in Peru. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v.47, p.1171- 1178, 1983.

CAPÍTULO 4

PRODUTIVIDADE DO BRAQUIARÃO E ANÁLISE ECONÔMICA DE UM SISTEMA DE RECUPERAÇÃO DE PASTAGEM UTILIZANDO FOSFATO DE ARAD EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUARIA.

RESUMO

O baixo nível de fósforo disponível nos solos tropicais, bem como a exportação desse elemento com os produtos, tem se mostrado como a principal causa da queda gradativa da produtividade das pastagens. A fertilização do solo é uma das estratégias mais adequadas para a recuperação de pastagens em solos degradados; no entanto é pouco utilizada pelos produtores. Esse trabalho teve como objetivo avaliar diferentes doses de fosfato natural reativo de Arad (50; 100; 200 e 300 kg ha^{-1} de P_2O_5) combinado com NPK; NK e NK+calcário na produtividade de forragem do braquiário e analisar economicamente os tratamentos testados. O experimento de campo foi instalado no Nordeste paraense em um solo com baixo nível de fósforo, ácido, distrófico com baixas CTC e baixa saturação por base. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com parcelas subdivididas; as doses de Arad foram aplicadas nas parcelas e as combinações nas subparcelas. Não ocorreram diferenças significativas para a produtividade da pastagem e taxa de lotação instantânea em função das diferentes doses de Arad, embora elas tenham elevado o nível de fósforo no solo e na planta. As combinações de tratamentos elevaram o teor de N, Ca, K, e Mg nas folhas mais ponteiros, porém, não influenciaram na produtividade da pastagem. Todas as doses de Arad sem a aplicação de calcário foram economicamente viáveis, no entanto onde se utilizou esse produto não houve economicidade em nenhum cenário analisado.

Palavras chave: Fósforo, fertilidade, solos tropicais, solo degradado.

ABSTRACT

The low levels of available phosphorous in the tropical soils, as well as the exportation of this element by plant parts, constitute the main cause of the steady reduction of pasture productivity. The soil fertilization is one of the most adequate strategies to pasture recovery in depredated soils, however its little used by farms. This work aimed to evaluate different Arad's phosphate amount (50; 100, 200 and 300 kg ha⁻¹ of P₂O₅), combined with NPK, NK and NK + liming in regarding to the productivity of braquiarião fodder and to assess economically the treatments used. The experiment was installed in the northeast region of Para State characterized by low level of phosphorous, alic, distrofic with low CTC and base saturation. The experimental sampling used was randomized complete blocks with parcels subdivided; the Arad's amounts were used in the parcels and the combinations in the sub parcels. There were no significant changes in pasture productivity and growth rate in relation to the different amount of Arad, although there was a enhancement in the phosphorous level in the soil and the plant. The combinations enhanced the level of N, Ca, K, and Mg in the upper leaves, however did not have influence on the productivity. All Arad amount without limestone were economically feasible, however where was used this product there was no profit in any scenario analyzed.

Key words: Phosphorous, fertility, tropical soils, depredated soil.

4.1-INTRODUÇÃO

Durante muitos anos a derrubada e queima das florestas na Amazônia, para cultivos anuais e pastagens, foi a forma mais utilizada nos projetos de colonização e utilização da terra, e a mais importante causa do avanço desordenado da fronteira agrícola na região, tendo como conseqüências a redução da capacidade produtiva da terra e fortes impactos ambientais.

O manejo inadequado das pastagens, principalmente, o excesso de carga animal com a conseqüente elevação da pressão de pastejo, têm conduzido à degradação da forragem e do solo. Um componente importante do manejo é a taxa de lotação, que normalmente é negligenciada. Há que se considerar, ainda, que grande parte das pastagens no Brasil e principalmente, na Amazônia, está submetida a um regime de superpastejo (MACHADO, KICHEL, 2004).

A maioria dos pecuaristas na Amazônia tem consciência da necessidade da realização da adubação como forma de manter e/ou melhorar a fertilidade dos solos e produtividade das pastagens, no entanto, poucos fazem uso desta prática de manejo; como conseqüência os índices zootécnicos da pecuária região são muito baixos, principalmente na pecuária tradicional (TEIXEIRA NETO; COSTA, 2006). Estes autores mostram que os índices zootécnicos, como a desmama, ocorrem entre 6 e 8 meses e entre 8 e 12 meses; o peso na desmama é de 180 a 225 kg de peso vivo e de 140 a 180 kg de peso vivo e a capacidade de suporte da pastagem é de 0,5 a 1,0 UAha⁻¹ e de 1,0 a 2,4 UAha⁻¹ para pecuária tradicional e tecnificada, respectivamente.

A produção de forragem durante o ano é estacional e ocorrem diminuições de oferta de forragem no período de estiagem. As estratégias para disponibilizar pastagem na época de carência podem ser a formação de capineiras, fenação, ensilagem e diferimento do uso de pastagens, sendo esta última de mais fácil adoção e de menor custo (SANTOS et al., 2009); no entanto, tem sido verificado que bovinos mantidos em pastagem diferidas, apenas mantêm o peso ou obtém pequeno ganho (SANTOS et al. 2004; GOMES et al., 2002). Nesse contexto, é lícito se admitir que não basta recuperar a capacidade produtiva do solo e da pastagem; é fundamental que após essas providências se promova a manutenção dos

atributos do solo recuperado e se proceda um adequado manejo da pastagem. A fertilização do solo é uma das estratégias mais adequadas para a recuperação de pastagens em solos degradados; no entanto é pouco utilizada pelos produtores. O baixo nível de fósforo disponível nos solos tropicais, bem como a exportação desse elemento do solo, na forma de carne, leite e demais produtos da atividade pecuária, tem se mostrado como a principal causa da queda gradativa da produtividade das pastagens; aliado a isso, a falta da prática da reposição de nutrientes pelos pecuaristas provoca o colapso da capacidade produtiva da terra, segundo Dias Filho (2005).

Magnanti et al (2006) compararam a aplicação de fosfato natural com fosfato solúvel isolados e associados à calagem, em pastagem de leguminosas e não encontraram diferença entre as fontes de fósforo aplicadas isoladamente; no entanto, a associação com calcário tanto com o fosfato natural, quanto com o fosfato solúvel, se mostrou eficiente no estabelecimento da pastagem. Em outro estudo (MAGALHÃES, 2007), a avaliação do efeito de doses crescentes de fósforo da fonte superfosfato triplo (0, 50 e 100 kg.ha⁻¹ de P₂O₅) não mostraram elevação da produção de massa seca da folha de *Brachiaria decumbens*; essa falta de resposta ao fósforo pode ser explicada pelos atributos do solo em que foi conduzido o experimento, que apresentou 4mg dm⁻³ de fósforo disponível, pH 6,1 (em água) Al 0; Ca 5,4 e Mg 1,5 cmol_c dm⁻³, respectivamente; a adubação nitrogenada, no entanto, elevou a produção de massa seca e aumentou a relação folha/colmo. No Estado do Tocantins, Lima et al. (2007), não encontraram diferenças entre fontes de fosfatos reativos no estabelecimento de pastagem de braquiarião, porém, o superfosfato triplo foi superior na fase inicial de implantação. Fontes de fósforo e sua interação com os tipos de solo influenciaram significativamente a produção de massa seca da parte aérea de braquiarião em estudo conduzido em casa de vegetação, em Lavras MG, por Maciel et al., (2007); as produções foram maiores para todas as fontes em solo arenoso, quando comparado ao solo argiloso. Os autores atribuíram essa diferença à menor capacidade de adsorver fósforo pelos solos arenosos. Nesse mesmo estudo de comparação entre fontes de fosfato reativo, foi verificado que o fosfato reativo de Arad proporcionou maior produção de massa seca quando comparado ao fosfato de Araxá, o que para os autores foi devido ao maior teor de fósforo no fosfato de Arad.

As pastagens degradadas recuperadas com adoção de tecnologias modernas e fertilização do solo, geralmente, proporcionam uma longevidade de produtividade de médio a longo prazo, porém, essa recuperação tem custo elevado e por isso os produtores, principalmente na Amazônia, preferem a abertura de novas áreas através do processo de corte e queima, de custo especificamente econômico mais baixo, no entanto, de impacto ambiental e social prejudiciais. Os processos de recuperação de áreas degradadas de pastagem adotando-se sistemas integrados, têm sido considerados como alternativas ao enfrentamento dos elevados custos dos sistemas. De um modo geral, as pesquisas têm comprovado a eficiência técnica das tecnologias de recuperação de áreas degradadas, porém, se têm esquecido do componente econômico dos sistemas de produção; assim, a análise econômica dos experimentos é fundamental para a tomada de decisões sobre a adoção dos sistemas propostos. Este trabalho teve como objetivo avaliar a performance do capim braquiarião e analisar economicamente um sistema de recuperação de área degradada de pastagem, utilizando a integração lavoura-pecuária com uso de fosfato natural reativo de Arad.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma área no município de Santo Antônio do Tauá, no nordeste paraense, localizada a 1°03'58"S e 48°03'26"W de Greenwich a uma altitude de 27 m acima do nível médio do mar (Figura 1A). O clima é Af da classificação de Köppen, precipitação mensal mínima igual ou superior à 60 mm. O solo foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico, com baixa saturação por base ($V\% = 8,9$), ácido ($\text{pH KCl} = 4,8$), Al^{+++} ($1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), $\text{m}\% \text{ } 66$, baixo nível de fósforo ($2,7 \text{ mg dm}^{-1}$), $\text{K } 0,04 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{Ca } 0,23 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $\text{Mg } 0,23 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, M.O. $15,94 \text{ g kg}^{-1}$, apresentando $457,09 \text{ g kg}^{-1}$ de areia fina, $360,52 \text{ g kg}^{-1}$ de areia grossa, $90,29 \text{ g kg}^{-1}$ de silte e teor de argila igual a $90,10 \text{ g kg}^{-1}$ (EMBRAPA, 2007). A área tem um histórico de implantação de pastagem, pelo processo de derruba e queima que remonta aproximadamente quinze anos. Foi manejada durante esse tempo, com pastejo de bovinos, em sistema semi intensivo, sem receber nenhuma adubação. A pastagem de quicúio da Amazônia (*Brachiaria umidicola*),

por ocasião da implantação do experimento, se apresentava completamente degradada; a área estava em período de pousio, com vegetação espontânea de pequeno porte, classificada regionalmente como capoeirinha.

O preparo inicial da área constou de remoção mecanizada de parte da vegetação, através de trator de rodas de média potência, equipado com lâmina frontal dentada (ancinho), incorporação do restante da vegetação com arado de discos e destorroamento e nivelamento com grade niveladora. O calcário foi aplicado com distribuidor de calcário de eixo vertical (centrífugo), e incorporado ao solo com a gradagem no perfil do solo localizado de 0 a 20 cm. O Arad, em dose única, foi aplicado em cada parcela com distribuidor de calcário de eixo horizontal, na superfície do solo.

O trabalho foi implantado em janeiro de 2008, em delineamento experimental blocos ao acaso, em esquema de parcelas sub-divididas, com quatro tratamentos nas parcelas; quatro nas sub-parcelas e quatro repetições. Cada parcela mediu 84 m^2 e cada sub-parcela 21 m^2 . Nas parcelas foram aplicadas quatro doses de fósforo: 50; 100, 200 e 300 kg ha^{-1} de P_2O_5 , na forma de fosfato natural reativo de Arad, considerado o fósforo total no fertilizante (33%), combinadas com NPK (111 kg ha^{-1} de uréia + 130 kg ha^{-1} de superfosfato triplo + 84 kg ha^{-1} de cloreto de potássio), NK (111 kg ha^{-1} de uréia + 84 kg ha^{-1} de cloreto de potássio), NK + calagem (111 kg ha^{-1} de uréia + 84 kg ha^{-1} de cloreto de potássio + calagem) e zero de NK aplicados nas sub-parcelas. As doses de NPK foram determinadas para expectativa de produtividade de 2 a 4 t ha^{-1} de milho, para solos de baixa fertilidade (FRANCELLI; NETO, 2000). As dosagens de Arad e o superfosfato triplo foram aplicados de uma só vez. Misturados ao NPK foram aplicadas um terço da uréia e do cloreto de potássio por ocasião do semeio da cultura inicial, sendo o restante aplicado 30 dias após. A quantidade de calcário foi calculada pelo método do alumínio trocável, utilizando-se calcário com PRNT de 77%, corrigido para PRNT 100%, na quantidade de $2,59 \text{ tha}^{-1}$, aplicado 90 dias antes do semeio do milho e incorporado ao solo.

De janeiro a junho foi conduzida a lavoura de milho. Após a colheita do milho foi feita a roçagem da área com roçadeira mecanizada; 20 dias após, a vegetação espontânea foi dessecada com herbicida a base de glyphosate na dosagem de 3 litros do produto comercial por hectare.

A cultura do feijão-caupi foi semeada em sistema de plantio direto na palha, nas mesmas parcelas antes ocupadas pelo milho, com semeadora manual (matraca) em covas espaçadas de 0,65 m por 0,20 m com três sementes por cova em junho de 2008; simultaneamente; foi semeado o braquiário (*Brachiaria brizantha*, L) nas entre linhas do feijão caupi em covas espaçadas 0,5 metros dentro da linha, com uma densidade de 240 pontos de vc por hectare. Essas culturas não receberam adubação. Foi utilizada a cultivar de feijão-caupi BRS Guariba produzida e recomendada modernamente para a região e cultivar marandu de braquiário.

A produtividade do milho foi determinada através da colheita manual e debulha das espigas e do feijão-caupi através da colheita e batção manual das vagens; para ambas as culturas esses dados foram tomados da área útil de cada sub-parcela por ocasião da maturação plena, grãos secos.

Após a colheita do feijão-caupi o capim braquiário teve um rápido crescimento tendo sido feita uma roçagem mecânica de nivelamento para estimular o perfilhamento e estabelecimento da pastagem.

A avaliação da produtividade da pastagem foi determinada através da massa seca de folhas verdes mais ponteiros e capacidade de lotação instantânea da pastagem. Para determinação da massa de folhas mais ponteiros, foram coletadas duas amostras de 0,5 m² de material verde de cada sub-parcela, pesadas e retiradas uma sub amostra para determinação de umidade, para posterior cálculo da massa seca de cada sub-parcela. As sub-amostras foram secas em estufa com circulação de ar, forçado, por 72 horas, a uma temperatura de 60° C. Os resultados do teor de umidade e do peso verde de folhas mais ponteiros foram usados para o cálculo da massa seca de cada sub-parcela e transformada para massa seca por hectare. A determinação da produtividade da pastagem e a capacidade de lotação seguiram as recomendações de Machado e Kichel (2004). As variáveis foram analisadas pelo programas estatísticos SAEG e SISVAR.

Para a elaboração da análise econômica foram construídas as matrizes de custos e receitas e o fluxo de caixa nominal e atualizado. Foi aplicado o fator de atualização TJLP (12% aa), que é o mais usado no Brasil, e empregados os três principais critérios econômicos usados na avaliação de projetos: o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR) e a relação/benefício custo (B/C).

Para elaboração das matrizes de custo e receita e, conseqüentemente, os fluxos de caixa nominal e atualizado, foram considerados os cenários relativos a todas as doses de Arad sem a aplicação de calcário e a menor dose de Arad em área calcariada (Tabelas 1A, 2A, 3A, 4A e 5A em anexo). Para a valoração do milho foi considerada a maior produtividade obtida com a combinação da aplicação de Arad mais NPK ($2.461,38 \text{ kg ha}^{-1}$) já que a ausência de fosfato solúvel nas outras combinações proporcionou produtividades muito baixas; para o feijão-caupi foram consideradas as produtividades de grãos, referentes a aplicação de fosfato natural reativo de Arad combinado com a aplicação de NK e com NK + calcário, 1.001 e 1021 kg ha^{-1} , respectivamente, obtidas na mesma área. Para a valoração da disponibilidade de massa seca de folhas verdes mais ponteiros foi considerada a média das taxas de lotação instantânea, devido não ter ocorrido diferença entre elas (Tabela 1 e 2). Essas análises proporcionam um conjunto de cenários abrangente das formas de manejo testadas.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não ocorreram diferenças significativas entre as médias da disponibilidade de forragem e capacidade de lotação instantânea quando influenciadas pelas diferentes doses de fosfato reativo de Arad aplicadas isoladas ou em interação (Tabela 1), no entanto, todas elas proporcionaram produtividades de forragem capazes de possibilitar elevada taxa de lotação instantânea da pastagem (Tabela 2).

Tabela 1- Significâncias das análises de variância para os níveis de nutrientes nas folhas de braquiarião, disponibilidade de forragem e lotação instantânea da pastagem em função dos tratamentos aplicados e da interação entre os tratamentos.

Fontes de variação	Nutrientes					Dispon. forr.	Lotação instantânea
	N	P	K	Ca	Mg	MSh a^{-1}	UAha $^{-1}$
Doses de Arad	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
Combinações	*	*	*	*	*	ns	ns
Arad X combinações	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Para os níveis de nutrientes nas folhas verificou-se que as doses de Arad elevaram apenas o teor de fósforo, enquanto que as combinações de tratamentos elevaram o teor de todos os nutrientes avaliados, não tendo ocorrido diferenças significativas nas interações entre tratamentos (Tabela 1).

A aplicação das doses crescentes de fosfato de Arad seis meses antes do semeio do braquiarião promoveu incrementos no teor de fósforo no solo com tendência linear (Figura 1), onde se observa que a menor dose aplicada apresenta valor superior a 5 mgdm^3 . Ocorreu correlação, com tendência linear, entre as doses de Arad e teor de fósforo na folha mais forte do que a correlação entre níveis de fósforo no solo e teor de fósforo na folha (Figuras 2 e 3). Esses resultados possivelmente são explicados pelo período de tempo no qual o fosfato de Ara foi submetido ao intemperismo do solo, nas condições de acidez elevada, proporcionando condições para a solubilidade do P, aumentando a disponibilidade desse nutriente (FOLONI et al., 2008; PERUZZO et al., 1997; LOPES; GUILHERME, 2000).

Essas elevações não resultaram em aumento da disponibilidade de forragem (massa de folhas verdes mais ponteiros) e conseqüentemente também não na taxa de lotação instantânea.

Tabela 2. Valores médios de disponibilidade de massa seca de folhas verdes mais ponteiros e capacidade de lotação instantânea por hectare de capim braquiarião (*Brachiaria brizantha*) para as diferentes doses de fosfato de Arad aplicados.

Doses de Arad kg ha^{-1} de P_2O_5	DISPONIBILIDADE DE FORRAGEM (MASSA SECA) (kg ha^{-1})	LOTAÇÃO INSTANTÂNEA (UA ha^{-1})
50	1316,15 a	2,96 a
100	1310,26 a	2,93 a
200	1296,86 a	2,92 a
300	1332,58 a	3,01 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Com relação à ação do fósforo, Magnanti et al (2006) compararam a aplicação de fosfato natural com fosfato solúvel isolados e associados à calagem, em pastagem de leguminosas, e não encontraram diferença entre as fontes de fósforo aplicadas isoladamente, no entanto, a associação com calcário, tanto com o fosfato natural quanto com o fosfato solúvel se mostrou eficiente no estabelecimento da pastagem. Em outro

estudo (MAGALHÃES, 2007), a avaliação do efeito de doses crescentes de fósforo da fonte superfosfato triplo (0, 50 e 100 kg.ha⁻¹ de P₂O₅) não mostrou elevação da produção de massa seca da folha de *Brachiaria decumbens*; essa falta de resposta ao fósforo pode ser explicada pelos atributos do solo em que foi conduzido o experimento que apresentou 4mg dm⁻³ de fósforo disponível, pH 6,1 (em água) Al 0; Ca 5,4 e Mg 1,5 cmolc dm⁻³ respectivamente; a adubação nitrogenada, no entanto elevou a produção de massa seca e aumentou a relação folha/colmo. No Estado do Tocantins, Lima et al (2007), não encontraram diferenças entre fontes de fosfatos reativos no estabelecimento de pastagem de braquiarião, porém o superfosfato triplo foi superior na fase inicial de implantação. Fontes de fósforo e sua interação com os tipos de solo influenciaram significativamente a produção de massa seca da parte aérea de braquiarião em estudo conduzido em casa de vegetação, em Lavras MG, por Maciel et al. (2007); as produções foram maiores para todas as fontes em solo arenoso, quando comparado ao solo argiloso. Os autores atribuíram essa diferença a menor capacidade de adsorver fósforo pelos solos arenosos. Nesse mesmo estudo da comparação entre fontes de fosfato reativo, foi verificado que o fosfato reativo de Arad proporcionou maior produção de massa seca quando comparado ao fosfato de Araxá; para os autores, o fato deve-se ao maior teor de fósforo no fosfato de Arad.

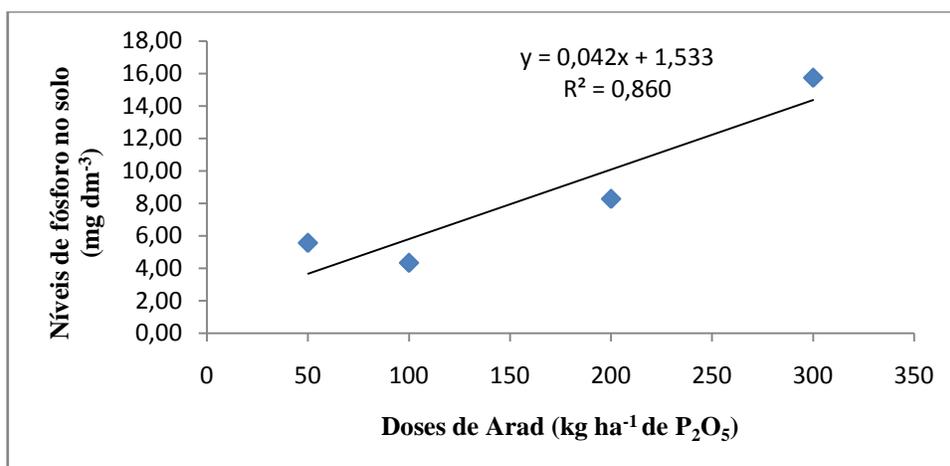


Figura 1. Disponibilidade fósforo no solo influenciada por diferentes doses de P₂O₅ da fonte fosfato natural de Arad.

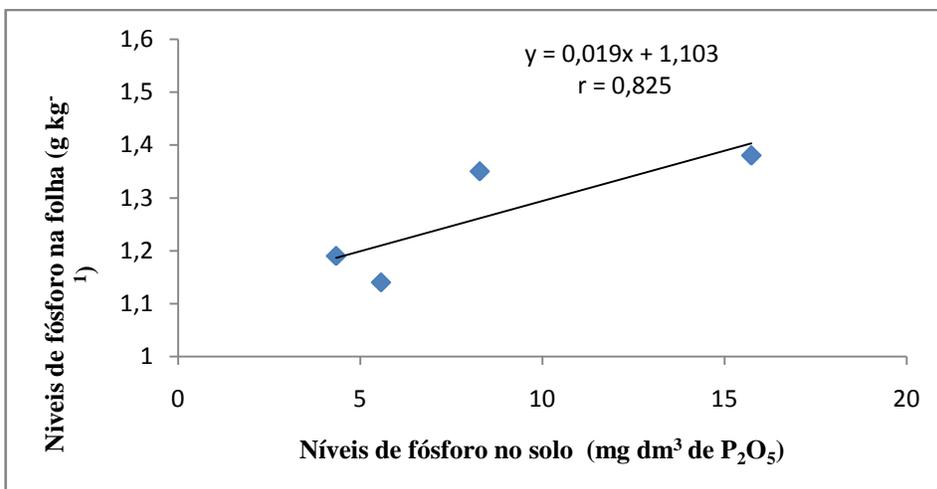


Figura 2- Correlação entre os níveis de fósforo no solo e teor nas folhas mais ponteiros de braquiarião.

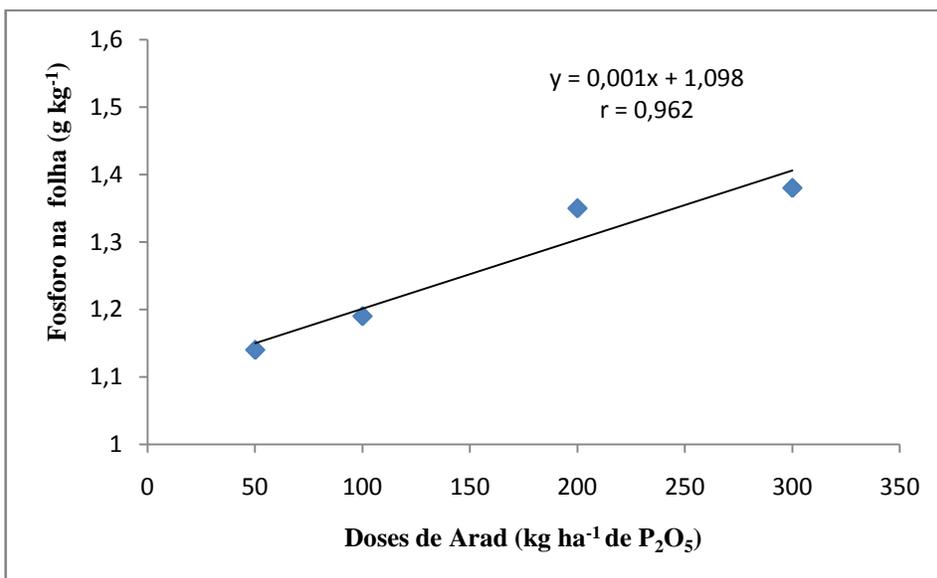


Figura 3- Correlação entre as doses de Arad em kg ha⁻¹ de P₂O₅ e teor de fósforo nas folhas mais ponteiros de braquiarião.

O teor de nitrogênio na folha foi maior na combinação de tratamento que recebeu calcário, provavelmente em função da melhoria das condições de absorção do elemento em área corrigida e melhores condições de decomposição da matéria orgânica; a aplicação do Arad juntamente com NPK e a aplicação apenas do Arad elevaram o teor de fósforo na folha quando comparado a combinação de Arad mais NK, entretanto, esses tratamentos não diferiram significativamente do Arad+NK+calcário. Os teores de potássio e cálcio na folha foram maiores com a aplicação apenas do Arad em comparação com todas as combinações;

a aplicação apenas do Arad e Arad mais NK em área calcariada promoveram os maiores aumentos no acúmulo de magnésio nas folhas quando comparado à aplicação do Arad juntamente com nitrogênio e potássio. Convém ressaltar que essas diferenças não se refletiram em aumento da disponibilidade de forragem (folhas mais ponteiros) nem na taxa de lotação instantânea (Tabela 3). Isso pode ser explicado por estarem todos os teores dentro da faixa considerada adequada para um crescimento considerado normal pelas plantas (DECHEN; NACHTIGAL, 2007).

Níveis crescentes de nitrogênio (0, 200, 400 e 600 kg ha⁻¹ de N), proporcionaram aumentos no vigor de rebrota, produção de matéria seca total e produção de massa seca de folhas de capim marandú, em estudo realizado por Cecato et al. (2008), em Maringá, Paraná, que observaram também, que em aplicação conjunta com fósforo promoveram aumentos no densidade de perfilhos, número de perfilhos vivos na pastagem.

Tabela 3. Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio em g kg⁻¹, na folha de capim braquiarião (*Brachiaria brizantha*) influenciados por diferentes combinações de fertilizantes.

COMBINAÇÕES	N	P	K	Ca	Mg
Arad + NPK	12,10 b	1,35 a	19,04 a	5,44 a	3,59 ab
Arad	12,95 b	1,37 a	15,27 b	3,46 b	4,25 a
Arad+NK	14,28 b	1,13 b	18,58 a	5,16 a	2,95 b
Arad+NK+Cal.	18,25 a	1,21 ab	19,10 a	4,79 a	4,24 a
Cv%	17,93	15,68	14,75	17,85	23,45
DMS	2,43	0,18	2,50	0,79	1,29

Os tratamentos correspondentes às doses de Arad 50; 100; 200 e 300 kgha⁻¹ de P₂O₅ sem aplicação de calcário se mostraram economicamente viáveis com base nos critérios de avaliação valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e relação benefício custo (B/C), enquanto que a dose de Arad 50 kgha⁻¹ de P₂O₅ combinada com o tratamento em que se aplicou calcário, não apresentou viabilidade econômica por esses mesmos critérios (Tabela 11A anexos) e (figuras 4; 5; 6; 7 e 8).

A falta de viabilidade econômica dos tratamentos em que se aplicou calcário se explica pelo elevado preço do produto praticado na região. Uma alternativa ao enfrentamento dos preços elevados do calcário na região tem sido praticada por grupos de produtores, que se juntam para fazer a compra na fábrica, com transporte fretado, e têm conseguido reduzir pela metade o preço do produto posto na propriedade rural. Convém ressaltar ainda, que a atualização monetária utilizada na análise econômica foi a TJLP (12% a.a.), como recomenda a teoria (SANTANA, 2005), no entanto, o Programa Nacional de Agricultura Familiar (PRONAF), disponibiliza financiamento a taxas inferiores, 5% a.a., por exemplo, assim, os cenários usadas para a elaboração da análise econômica, podem sofrer alterações na economicidade. No caso do cenário Arad 50 com calcário (Figura 4), com a taxa de 5%, está dentro de uma faixa econômica.

O valor presente líquido possibilita que sejam comparados os custos atualizados com as receitas atualizadas. A atualização do fluxo de caixa utiliza uma taxa de juros que reflete o custo de oportunidade de longo prazo da atividade. No Brasil se utiliza a taxa de juros de longo prazo, (TJLP), que é de 12% aa.

O critério de decisão considera: $VPL > 0$. Projeto economicamente viável, pois além de cobrir todas as despesas, resta um saldo positivo; $VPL = 0$. Não apresenta interesse econômico já que as receitas apenas cobrem os custos; $VPL < 0$. O projeto é inviável economicamente, uma vez que os custos foram superiores às receitas.

A taxa interna de retorno (TIR) representa a taxa de atualização que torna o VPL igual a zero, portanto, para que o projeto seja viável a TIR deve ter valor superior à taxa de juros considerada no empreendimento, nesse caso 12% aa.

A relação benefício custo (B/C), como o próprio nome indica, é dada pela razão entre a soma dos fluxos de receita atualizada e a soma dos fluxos de custos atualizados a uma determinada taxa de juros.

A tomada de decisão se baseia nos valores de B/C gerados pelo projeto, da seguinte maneira: $B/C > 1$. Somas das receitas atualizadas maior do que a soma dos custos atualizados: o empreendimento apresenta viabilidade econômica; $B/C = 1$ as receitas atualizadas são iguais aos custos atualizados: não tem interesse econômico; $B/C < 1$ os custos atualizados são maiores do que as receitas atualizadas: o projeto não é viável economicamente.

A interpretação do resultado numérico é: Tomando como exemplo o valor da relação B/C do cenário Arad 50 da tabela 11 A, que é 1,24, significa que para cada R\$ 1,00 aplicado, ao final ele gera R\$1,24 bruto ou R\$ 0,24 líquido (SANTANA, 2005).

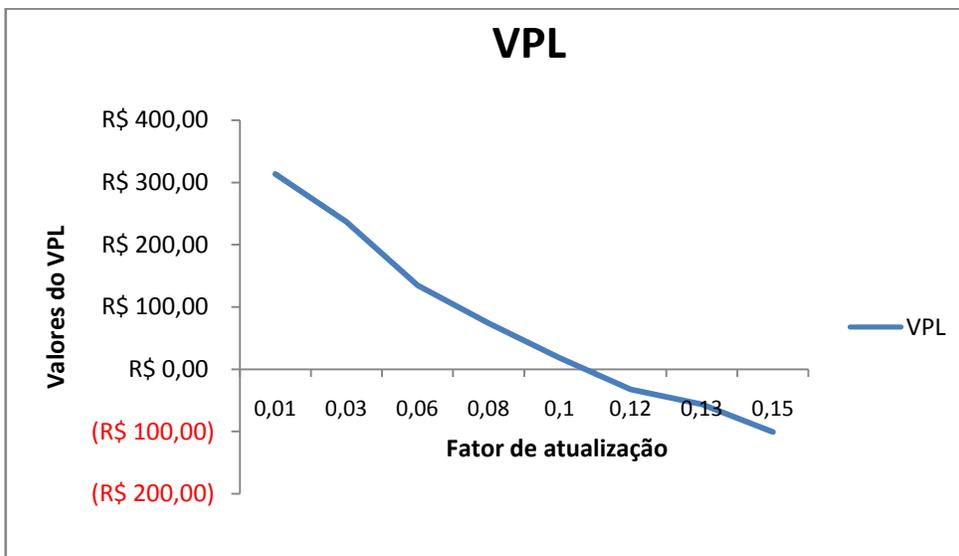


Figura 4- Representação do valor presente líquido para o cenário Arad 50 kg ha^{-1} de P_2O_5 em área calcariada.

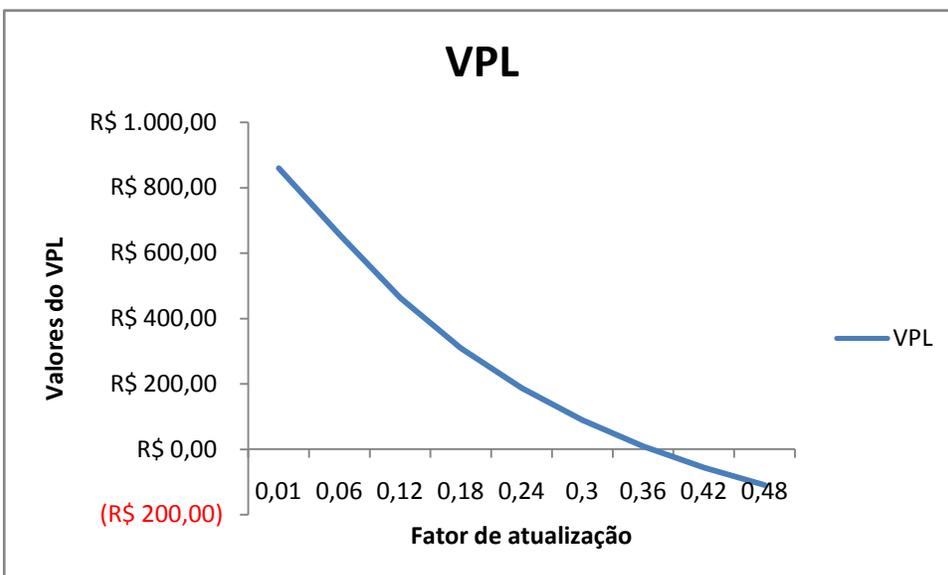


Figura 5- Representação do valor presente líquido para o cenário Arad 50 kg ha^{-1} de P_2O_5 sem calcário.

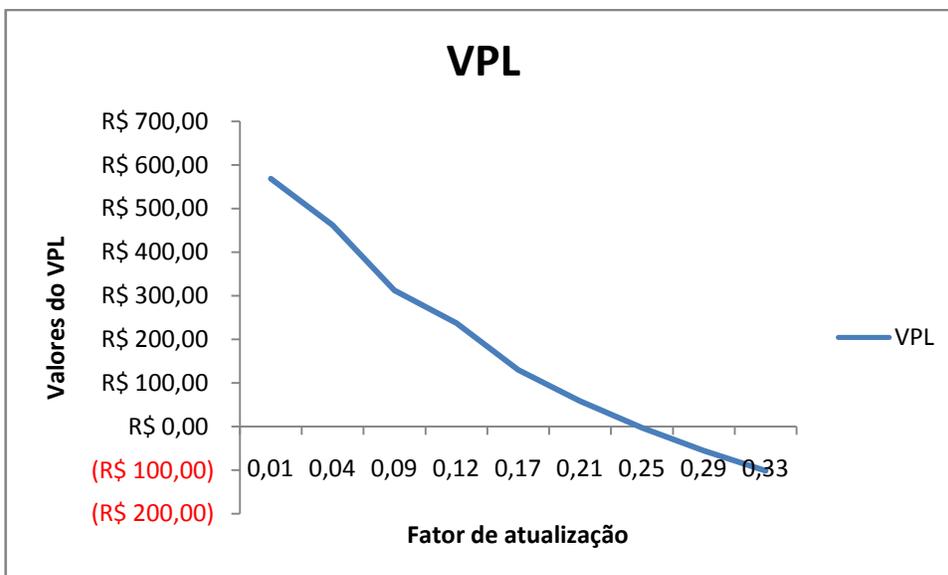


Figura 6- Representação do valor presente líquido para o cenário Arad 100 kg ha^{-1} de P_2O_5 sem Calcário.

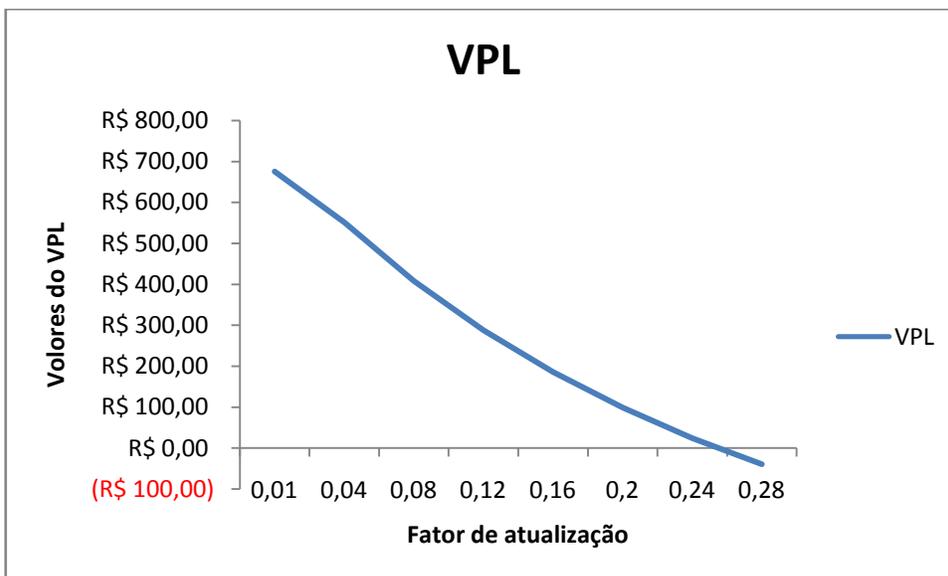


Figura 7- Representação do valor presente líquido para o cenário Arad 200 kg ha^{-1} de P_2O_5 sem calcário.

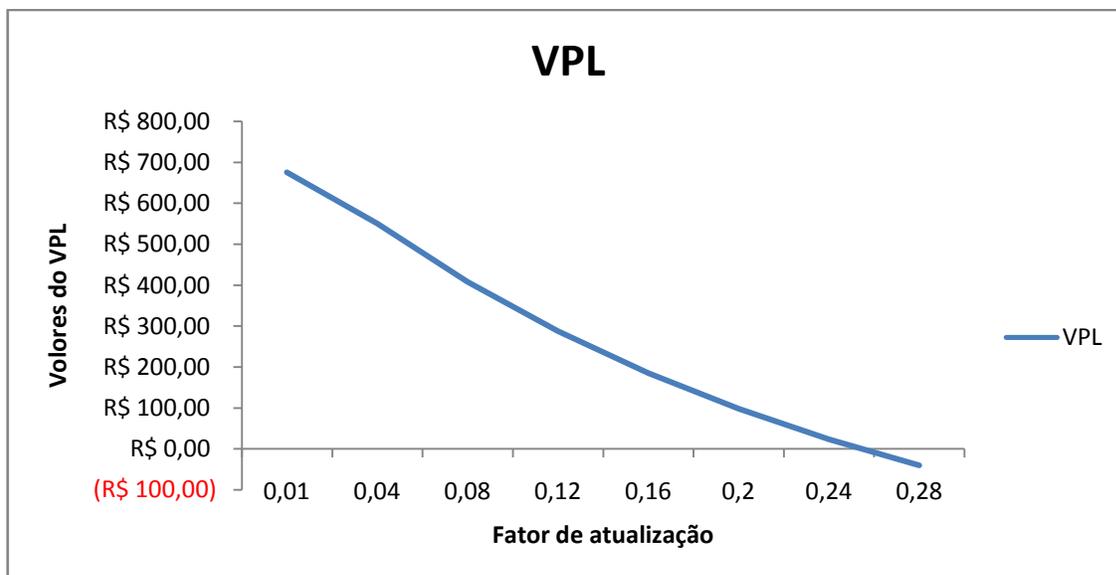


Figura 8- Representação do valor presente líquido para o cenário Arad 300 kg ha^{-1} de P_2O_5 sem calcário.

4.4 CONCLUSÕES

As diferentes doses de fosfato natural reativo de Arad não provocaram diferenças significativas na disponibilidade da pastagem, nem na taxa de lotação instantânea, porém, proporcionaram produtividades de forragem capazes de possibilitar elevada taxa de lotação instantânea da pastagem.

As doses de Arad elevaram apenas o teor de fósforo na folha, enquanto que as combinações de tratamentos elevaram o teor de todos os nutrientes avaliados, porém, não influenciaram na produtividade da pastagem.

Todas as doses de fosfato natural reativo de Arad sem a aplicação de calcário apresentaram viabilidade econômica, no entanto em nenhuma situação onde se aplicou calcário houve economicidade para o empreendimento, devido ao preço do produto praticado na região.

4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DECHEN, A. R. ; NACHTIGAL, G.R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F. et al (Ed). **Fertilidade do solo**. Viçosa (MG) : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap.3.

EMBRAPA, **Análises químicas para avaliação da fertilidade do solo, métodos usados na Embrapa solos.** EMBRAPA, Documentos, n. 3. 2007.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação.** 2 ed. Belém : Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 173 p.

FOLONI, J. S. S. ; ROSOLEM, C. A. Produtividade e acúmulo de Potássio na soja em função da antecipação da adubação potássica no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.4, p. 1549-1561, 2008.

FRANCELLI, A. L.; NETO, D. D. **Produção de milho.** Guaíba, 2000. 360p.

GOMES Jr., P.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E. Desempenho de novilhos mestiços na fase de crescimento suplementados na época seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 139-147, 2002.

LIMA, S. O. FIDELIS R. R. ; COSTA, S. J. da. Avaliação de fontes e doses de fósforo no estabelecimento de *Brachiaria brizantha* cv marandu no sul do Tocantins. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, n.2, p.100-105, jun. 2007.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Uso eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas: aspectos agronômicos.** São Paulo, ANDA, 72p. Boletim Técnico, 4, 2000.

MACHADO, L, A. Z., KICHEL, A. N. **Ajuste de lotação no manejo de pastagens.** Embrapa Gado de Corte, Dourados, MS, 2004.

MACIEL, G. A.; COSTA, S. E. G. V. de A.; FURTINI NETO, A. E.; FERREIRA, M. M.; EVANGELISTA, A. R. Efeito de diferentes fontes de fósforo na *Brachiaria brizantha* cv. marandu cultivada em dois tipos de solos. **Ciência Animal Brasileira**, v.8 n. 2, p. 227-233, abr./jun. 2007.

MAGALHÃES, A. F. et al. Influência do nitrogênio e do fósforo na produção do capim-braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1240-1246, 2007.

MAGNANTI, N. J.; ALMEIDA, M. ; MAFRA, A. L. Desempenho de fosfato natural alvorada comparado ao superfosfato triplo na introdução de pastagem perene de inverno. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 4, n. 2, p. 133-144, 2006.

MONTEIRO, F. A.; RAMOS, A. N. R.; CARVALHO D.D. de; ABREU, J.R.B.; DAIUB, J. A. S.; SILVA, J. E. P.; NATALE, W. Cultivo de *Brachiaria brizantha*, Stapf cv. marandu em solução nutritiva com omissão de macronutrientes. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 135-141, 1995.

PERUZZO, G.; PÖTTKER, D.; WIETHÖLTER, S. Avaliação da eficiência agronômica dos fosfatos naturais reativos de Arad e de Gafsa. In : SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2., Passo Fundo, RS. **Anais**. Passo Fundo :EMBRAPA-CNPT, 1997. p. 259-61, 1997.

SANTANA, A. C. **Elementos de economia, agronegócio e desenvolvimento local**, Belém, UFRA, 2005.

SANTOS, E. D. G. PAULINO, M. F.; QUEIRÓS D. S. Avaliação de pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf. 2. Disponibilidade de forragem e desempenho animal durante a seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 214-224, 2004.

SANTOS, E. R; FONSECA, D. M.; EUCLIDES; V. P. B.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; NASCIMENTO JÚNIOR, D & MOREIRA, L. M. Produção de bovinos em pastagens de capim braquiária diferidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Vol. 38 no. 4. 2009.

TEIXEIRA NETO, J. F.; COSTA Norton A. **Criação de bovinos de corte no Estado do Pará**. Belém, Pa. EMBRAPA, Amazônia Oriental. 2006

ANEXOS

Tabela 1A. Orçamento do cenário Arad 50 Kg ha^{-1} de P_2O_5 com aplicação de calcário.

Custo e receita referente a um hectare

Descrição orçamentária	Unidade	Valor unit. (R\$)	Ano zero		Ano 1		Ano 2 a 4	
			Qtde.	Total (R\$)	Qtde.	Total (R\$)	Qtde.	Total (R\$)
A. Operações mecanizadas								
A1. Limpeza do terreno	htr	45	2	90				
A2. Preparo do solo	htr	45	2	90				
A3. Aplicação de fertilizante (Arad)	htr	40	1,5	60				
A4. Aplicação de calcário	htr	40	1,5	60				
A5. Roçagem de preparo p/ Caupi	htr	40	1	45				
A6. Aplicação de herbicida	htr	40	1	40				
A7. Roçagem de nivelamento braquiarão	htr	40	1	40			1	40
Subtotal A				425				
B. Operações manuais								
B1. Semeio e adubação de milho	dh	20	4	80				
B2. Capina do milho	dh	20	7	140				
B3. Colheita do milho	dh	20	8	160				
B4. Semeio do feijão-caupi	dh	20	6	120				
B5. Semeio do braquiarão	dh	20	3	60				
B6. Colheita do feijão-caupi	dh	20	8	160				
Subtotal B				720				
C. Insumos								
C1. Semente de braquiarão	kg	5	8	40				
C2. Semente de milho	Kg	3	15	45				
C3. Semente de caupi	Kg	3	20	60				
C4. Fosfato de Arad	kg	0,54	151,5	81,81				
C5. Superfosfato triplo	Kg	1	130	130				
C6. Ureia	kg	0,88	111	97,68				
C7. Cloreto de potássio	kg	1,1	84	92,4				
C8. Calcário dolomítico	ton	200	2,59	518				
C9. Herbicida	L	3	25	75				
Subtotal C				1139,89				
E. Custo total (R\$/ha.)	R\$			2284,89				40
F1. Venda de milho	saca	20			40,27	805,4		
F2. Venda de feijão-caupi	saca	70			17,01	1190,7		
F4. Valor residual do pasto	ua/ha./ano	216			1	216	3	648
F. Receita						2031,1		648

Cenário Arad 50 + calcário

Tabela 2A. Orçamento do cenário Arad 50 Kg ha^{-1} de P_2O_5 sem aplicação de calcário.

Custo e receita referente a um hectare

Descrição orçamentária	Unidade	Valor unit. (R\$)	Ano zero		Ano 1		Ano 2 a 4	
			Qtde.	Total (R\$)	Qtde.	Total (R\$)	Qtde	Total (R\$)
A. Operações mecanizadas								
A1. Limpeza do terreno	htr	45	2	90				
A2. Preparo do solo	htr	45	2	90				
A3. Aplicação de fertilizante (Arad)	htr	40	1,5	60				
A4. Roçagem de preparo p/ Caupi	htr	40	1	45				
A5. Aplicação de herbicida	htr	40	1	40				
A6. Roçagem do braquiário	htr	40	1	40			1	40
Subtotal A				365				
B. Operações manuais								
B1. Semeio e adubação de milho	dh	20	4	80				
B2. Capina do milho	dh	20	7	140				
B3. Colheita do milho	dh	20	8	160				
B4. Semeio do feijão-caupi	dh	20	6	120				
B5. Semeio do braquiário	dh	20	3	60				
B6. Colheita do feijão-caupi	dh	20	8	160				
Subtotal B				720				
C. Insumos								
C1. Semente de braquiário	KG	5	8	40				
C2. Semente de milho	Kg	3	15	45				
C3. Semente de caupi	Kg	3	20	60				
C4. Fosfato de Arad	kg	0,54	151,5	81,81				
C5. Uréia	kg	0,88	111	97,68				
C6. Cloreto de potássio	kg	1,1	84	92,4				
C7. Superfosfato triplo	kg	1	130	130				
C8. Herbicida	L	3	25	75				
Subtotal C				621,89				
E. Custo total (R\$/ha.)	R\$			1706,89				40
F1. Venda de milho	saca	20			40,27	805,4		
F2. Venda de feijão-caupi	saca	70			16,68	1167,6		
F4. Valor residual do pasto	ua/ha./ano	216			1	216	3	648
F. Receita						1973		684

*Cenário Arad 50 sem calcário

Tabela 3A. Orçamento do cenário Arad 100 Kg ha^{-1} de P₂O₅ sem aplicação de calcário.

Custo e receita referente a um hectare

Descrição orçamentária	Unidade	Valor unit. (R\$)	Ano zero		Ano 1		Ano 2 a 4	
			Qtde.	Total (R\$)	Qtde.	Total (R\$)	Qtde.	Total (R\$)
A. Operações mecanizadas								
A1. Limpeza do terreno	htr	45	2	90				
A2. Preparo do solo	htr	45	2	90				
A3. Aplicação de fertilizante (Arad)	htr	40	1,5	60				
A4. Roçagem de preparo p/ Caupi	htr	40	1	45				
A5. Aplicação de herbicida	htr	40	1	40				
A6. Roçagem do braquiário	htr	40	1	40			1	40
Subtotal A				365				
B. Operações manuais								
B1. Semeio e adubação de milho	dh	20	4	80				
B2. Capina do milho	dh	20	7	140				
B3. Colheita do milho	dh	20	8	160				
B4. Semeio do feijão-caupi	dh	20	6	120				
B5. Semeio do braquiário	dh	20	3	60				
B6. Colheita do feijão-caupi	dh	20	8	160				
Subtotal B				720				
C. Insumos								
C1. Semente de braquiário	KG	5	8	40				
C2. Semente de milho	Kg	3	15	45				
C3. Semente de caupi	Kg	3	20	60				
C4. Fosfato de Arad	kg	0,54	303	163,62				
C5. Uréia	kg	0,88	111	97,68				
C6. Cloreto de potássio	kg	1,1	84	92,4				
C7. Superfosfato triplo	kg	1	130	130				
C8. Herbicida	L	3	25	75				
Subtotal C				703,7				
E. Custo total (R\$/ha.)	R\$			1788,7				40
F1. Venda de milho	saca	20			40,27	805,4		
F2. Venda de feijão-caupi	saca	70			16,68	1167,6		
F4. Valor residual do pasto	ua/ha./ano	216			1	216	3	648
F. Receita						1973		684

*Cenário Arad 100 sem calcário

Tabela 4A. Orçamento do cenário Arad 200 Kg ha^{-1} de P₂O₅ sem aplicação de calcário.

Custo e receita referente a um hectare

Descrição orçamentária	Unidade	Valor unit. (R\$)	Ano zero		Ano 1		Ano 2 a 4	
			Qtde.	Total (R\$)	Qtde.	Total (R\$)	Qtde.	Total (R\$)
A. Operações mecanizadas								
A1. Limpeza do terreno	htr	45	2	90				
A2. Preparo do solo	htr	45	2	90				
A3. Aplicação de fertilizante (Arad)	htr	40	1,5	60				
A4. Roçagem de preparo p/ Caupi	htr	40	1	45				
A5. Aplicação de herbicida	htr	40	1	40				
A6. Roçagem do braquiário	htr	40	1	40			1	40
Subtotal A				365				
B. Operações manuais								
B1. Semeio e adubação de milho	dh	20	4	80				
B2. Capina do milho	dh	20	7	140				
B3. Colheita do milho	dh	20	8	160				
B4. Semeio do feijão-caupi	dh	20	6	120				
B5. Semeio do braquiário	dh	20	3	60				
B6. Colheita do feijão-caupi	dh	20	8	160				
Subtotal B				720				
C. Insumos								
C1. Semente de braquiário	KG	5	8	40				
C2. Semente de milho	Kg	3	15	45				
C3. Semente de caupi	Kg	3	20	60				
C4. Fosfato de Arad	kg	0,54	606	327,24				
C5. Uréia	kg	0,88	111	97,68				
C6. Cloreto de potássio	kg	1,1	84	92,4				
C7. Superfosfato triplo	kg	1	130	130				
C8. Herbicida	L	3	25	75				
Subtotal C				867,32				
E. Custo total (R\$/ha.)	R\$			1952,32				40
F1. Venda de milho	saca	20			40,27	805,4		
F2. Venda de feijão-caupi	saca	70			16,68	1167,6		
F4. Valor residual do pasto	ua/ha./ano	216			1	216	3	648
F. Receita						1973		684

*Cenário Arad 200 sem calcário

Tabela 5A. Orçamento do cenário Arad 300 Kg ha^{-1} de P₂O₅ sem aplicação de calcário.

Custo e receita referente a um hectare

Descrição orçamentária	Unidade	Valor Unit. (R\$)	Ano zero		Ano 1		Ano 2 a 4	
			Qtde.	Total (R\$)	Qtde.	Total (R\$)	Qtde.	Total (R\$)
A. Operações mecanizadas								
A1. Limpeza do terreno	htr	45	2	90				
A2. Preparo do solo	htr	45	2	90				
A3. Aplicação de fertilizante (Arad)	htr	40	1,5	60				
A4. Roçagem de preparo p/ Caupi	htr	40	1	45				
A5. Aplicação de herbicida	htr	40	1	40				
A6. Roçagem do braquiarião	htr	40	1	40			1	40
Subtotal A				365				
B. Operações manuais								
B1. Semeio e adubação de milho	dh	20	4	80				
B2. Capina do milho	dh	20	7	140				
B3. Colheita do milho	dh	20	8	160				
B4. Semeio do feijão-caupi	dh	20	6	120				
B5. Semeio do braquiarião	dh	20	3	60				
B6. Colheita do feijão-caupi	dh	20	8	160				
Subtotal B				720				
C. Insumos								
C1. Semente de braquiarião	KG	5	8	40				
C2. Semente de milho	Kg	3	15	45				
C3. Semente de caupi	Kg	3	20	60				
C4. Fosfato de Arad	kg	0,54	909	490,86				
C5. Uréia	kg	0,88	111	97,68				
C6. Cloreto de potássio	kg	1,1	84	92,4				
C7. Superfosfato triplo	kg	1	130	130				
C8. Herbicida	L	3	25	75				
Subtotal C				1030,94				
E. Custo total (R\$/ha.)	R\$			2095,94				40
F1. Venda de milho	saca	20			40,27	805,4		
F2. Venda de feijão-caupi	saca	70			16,68	1167,6		
F4. Valor residual do pasto	ua/ha./ano	216			1	216	3	648
F. Receita						1973		684

*Cenário Arad 300 sem calcário

Tabela 6A. Análise econômica do cenário Arad 50 Kgha⁻¹ de P₂O₅ com aplicação de calcário.

Ano	Rec	Cus	BNL	f atz	recatz	cus atz	BNL at
0		2284,89	2284,89	1	0	2364,6	-2364,6
1	2031,1		2031,41	0,892857	1878,661	0	1878,660714
2	216		216	0,797194	86,09694	31,88776	54,20918367
3	216	40	176	0,711178	76,87227	0	76,87226676
4	216		216	0,635518	68,63595	25,42072	43,21522933
						VPL	(R\$ 32,49)
						B/C	0,896626769
						TIR	11%

Cenário Arad 50 +calcário

Tabela 7A. Análise econômica do cenário Arad 50 Kgha⁻¹ de P₂O₅ sem aplicação de calcário.

Ano	Rec	Cus	BNL	f atz	recatz	cus atz	bnl atz
0		1706,9	-1706,9	1	0	1766,9	-1766,9
1	1973		1993	0,892857	1761,607	0	1761,60714
2	216		216	0,797194	172,1939	0	172,193878
3	216	40	176	0,711178	153,7445	28,47121	125,273324
4	216		216	0,635518	137,2719	0	137,271905
						VPL	R\$ 399,38
						B/C	1,23919635
						TIR	33%

Arad 50 sem calcário

Tabela 8A. Análise econômica do cenário Arad 100 Kg ha^{-1} de P₂O₅ sem aplicação de calcário.

Ano	Rec	Cus	BNL	f atz	recatz	cus atz	bnl Atz
0		1788	-1788	1	0	1848	-1848
1	1993		1993	0,892857	1779,464	0	1779,464286
2	216		216	0,797194	172,1939	0	172,1938776
3	216	40	176	0,711178	153,7445	28,47121	125,2733236
4	216		216	0,635518	137,2719	0	137,2719049
						VPL	R\$ 326,97
						B/C	1,195155348
						TIR	28%

Arad 100 sem cal.

Tabela 9A. Análise econômica do cenário Arad 200 Kg ha^{-1} de P₂O₅ sem aplicação de calcário.

Ano	Rec	Cus	bnl	f atz	recatz	cus atz	bnl atz
0		1952,32	-1952,09	1	0	2012,32	-2012,32
1	1993		1993	0,892857	1779,464	0	1779,464286
2	216		216	0,797194	172,1939	0	172,1938776
3	216	40	176	0,711178	153,7445	28,47121	125,2733236
4	216		216	0,635518	137,2719	0	137,2719049
						VPL	R\$ 199,21
						B/C	1,098924079
						TIR	21%

Arad 200 sem cal

Tabela 10A. Análise econômica do cenário Arad 300 Kg ha^{-1} de P_2O_5 sem aplicação de calcário.

Ano	Fluxo nominal		BNL	fa.atualiz.	Fluxo atualizado		
	Receita	Custo			Receita	Custo	Benefício
0		2155,9	-2155,9	1	0	2175,94	-2175,94
1	1973		1973	0,892857	1761,607	0	1761,607143
2	216		216	0,797194	172,1939	0	172,1938776
3	216	40	176	0,711178	153,7445	28,47121	125,2733236
4	216		216	0,635518	137,2719	0	137,2719049
						VPL	R\$ 84,33
						B/C	1,009257007
						TIR	16%

Arad 300 sem calcário

Tabela 11A. Resumo da análise econômica para os cenários doses de Arad 50; 100; 200 e 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅ sem aplicação de calcário e dose de Arad 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em área calcariada.

Descrição orçamentária	Custo/cenários (R\$)					Receita/cenário (R\$)				
	50	100	200	300	50+cal	50	100	200	300	50+cal
Oper. mecanizadas	405,00	405,00	405,00	455,00	525,00					
Operações manuais	720,00	720,00	720,00	720,00	720,00					
Insumos	621,89	773,00	1076,39	1379,39	1139,62					
Venda de produtos						1993,00	1993,00	1993,00	1993,00	2031,10
Valoração do pasto						684,00	684,00	684,00	684,00	684,00
Total	1746,89	1898	2201,39	2504,39	2324,62	2677	2677	2677	2677	2715,1
VPL	399,38	326,7	199,02	84,33	32,49					
B/C	1,24	1,2	1,1	1,01	0,89					
TIR	33%	32%	24%	16%	11%					

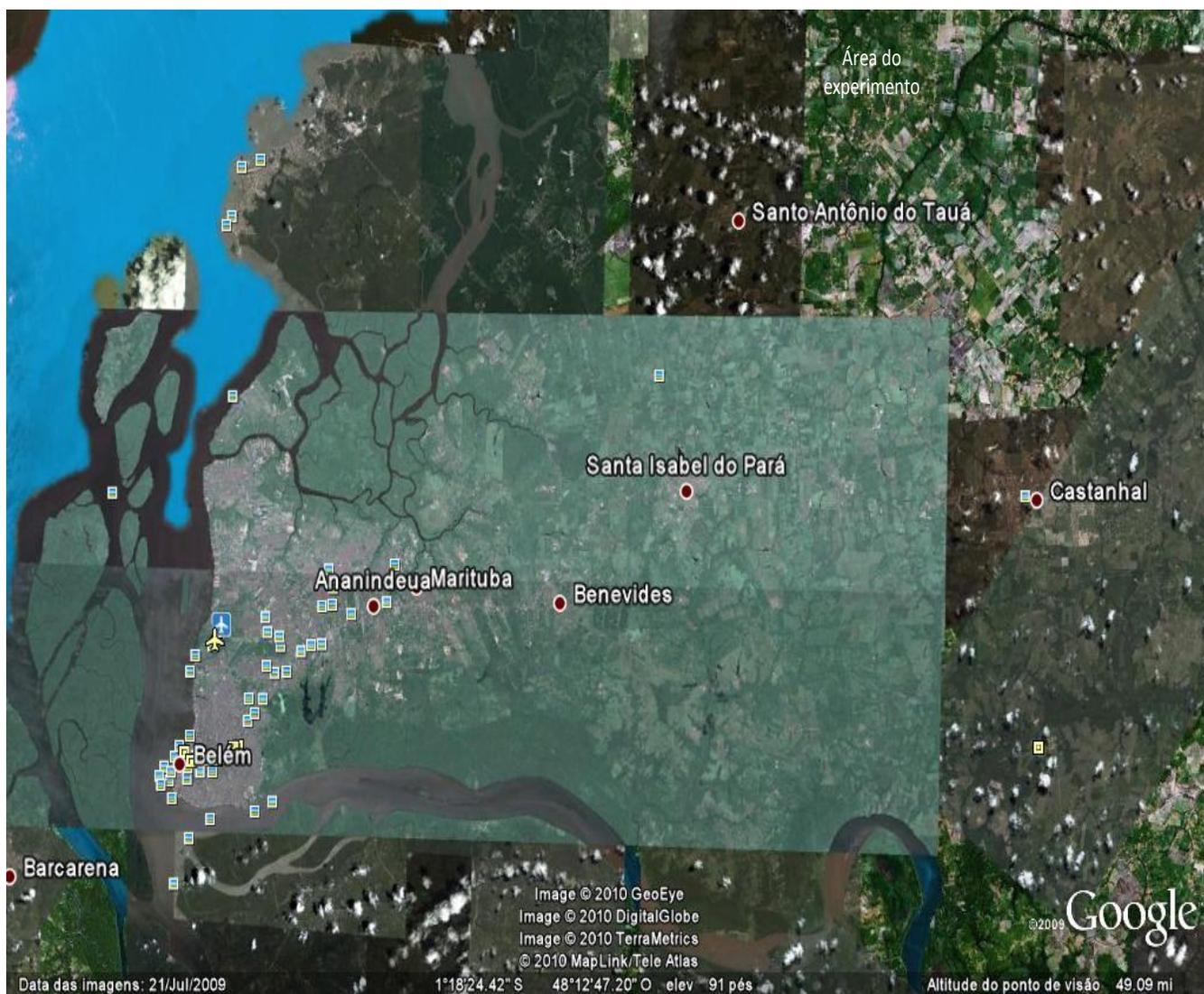


Figura 1A- Mapa da região de abrangência da pesquisa mostrando a localização da área do experimento

Teixeira, Pedro Emerson Gazel

Viabilidade agroeconômica da integração lavoura-pecuária na recuperação de área de pastagem degradada com fosfato Arad na Amazônia Oriental./Pedro Emerson Gazel.- Belém, 2010.

88f.:il.

Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2010.

1. Pastagem degradada 2. Fosfato de Arad 3. Integração lavoura pecuária 4. Nutrientes I. Título.

CDD – 633.202