

Dinâmica da fertilidade do solo em sistemas agrossilvipastoris na região Nordeste do estado do Pará

Soil fertility dynamics in agroforestry systems in the Northeast region of the state of Pará

Dinámica de la fertilidad del suelo en sistemas agroforestales de la región nordeste del estado de Pará

DOI: 10.34188/bjaerv7n4-084

Submetido: 01/08/2024

Aprovado: 30/09/2024

Carlos Alberto Costa Veloso

Eng. Agr., Pesquisador, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas
Embrapa Amazônia Oriental
Belém, PA. Brasil
E-mail: carlos.veloso@embrapa.br

Eduardo Jorge Maklouf Carvalho

Eng. Agr., Pesquisador, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas
Embrapa Amazônia Oriental
Belém, PA. Brasil
E-mail: eduardo.maklouf@embrapa.br

Austrelino Silveira Filho

Eng. Agr., Pesquisador, Doutor em Agronomia
Embrapa Amazônia Oriental
Belém, PA. Brasil
E-mail: austrelino.silveira@embrapa.br

RESUMO

A região Nordeste do estado do Pará enfrenta um sério problema de degradação de pastagens devido à atividade pecuária. O sistema Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) surge como uma alternativa promissora para reverter esse cenário, combinando a recuperação ambiental com a viabilidade econômica. Esse trabalho tem como objetivo avaliar as modificações na fertilidade do solo após cinco anos de cultivo de espécies florestais no sistema ILPF, visando a recuperação de áreas de pastagens degradadas. Foram comparadas duas áreas: uma com cultivo de milho intercalado com as espécies florestais mogno africano e paricá (*Khaya ivorensis* e *Schizolobium amazonicum*), respectivamente, e outra com cultivo convencional de milho. Após cinco anos, foram coletadas amostras de solo em diferentes profundidades para analisar a fertilidade. Os resultados mostraram que os sistemas ILPF contribuíram para a recuperação da fertilidade superficial, reduzindo a erosão e aumentando o teor de matéria orgânica e alguns nutrientes. No entanto, observou-se redução da fertilidade em profundidade e aumento do alumínio. Esses resultados indicam a necessidade de se estabelecer um manejo adequado da fertilidade do solo para otimizar os benefícios do ILPF e garantir a sustentabilidade do sistema a longo prazo.

Palavras-chave: ILPF, recuperação de pastagens, degradação do solo, sustentabilidade, fertilidade do solo.

ABSTRACT

The northeast region of state of Pará faces a serious problem of pasture degradation due to livestock farming. The ILPF system appears as a promising alternative to reverse this scenario, combining environmental recovery with economic viability. The objective of this work is to evaluate changes in soil fertility after five years of cultivation of forest species in an Integration Crop-Livestock-Forest (ILPF) to recover degraded pasture areas. Two areas were compared: one with corn cultivation intercropped with forest species African mahogany and paricá (*Khaya ivorensis* e *Schizolobium amazonicum*) and the other with conventional corn cultivation. After five years, soil samples were collected at different depths to analyze fertility. The results showed that ILPF contributed to the recovery of surface fertility, reducing erosion and increasing organic matter content and some nutrients. However, a reduction in depth fertility and an increase in aluminum were observed. These results indicate the need for adequate soil fertility management studies to optimize the benefits of ILPF and ensure the long-term sustainability of the system.

Keywords: ILPF, pasture recovery, soil degradation, sustainability, soil fertility.

RESUMEN

La región nordeste del estado de Pará enfrenta un grave problema de degradación de pastos debido a la ganadería. El sistema ILPF aparece como una alternativa promisoría para revertir este escenario, combinando la recuperación ambiental con la viabilidad económica. El objetivo de este trabajo es evaluar los cambios en la fertilidad del suelo después de cinco años de cultivo de especies forestales en una Integración Cultivo-Ganadería-Bosque (ILPF) para recuperar áreas de pastos degradadas. Se compararon dos áreas: una con cultivo de maíz intercalado con especies forestales caoba africana y paricá (*Khaya ivorensis* e *Schizolobium amazonicum*) y la otra con cultivo convencional de maíz. Después de cinco años, se recogieron muestras de suelo a diferentes profundidades para analizar la fertilidad. Los resultados mostraron que el ILPF contribuyó a la recuperación de la fertilidad superficial, reduciendo la erosión y aumentando el contenido de materia orgánica y algunos nutrientes. Sin embargo, se observó una reducción de la fertilidad en profundidad y un aumento del aluminio. Estos resultados indican la necesidad de realizar estudios adecuados de gestión de la fertilidad del suelo para optimizar los beneficios del ILPF y asegurar la sostenibilidad del sistema a largo plazo.

Palabras clave: ILPF, recuperación de pastos, degradación del suelo, sostenibilidad, fertilidad del suelo.

1 INTRODUÇÃO

A degradação de pastagens é um problema que impacta a produtividade agrícola, a biodiversidade e a qualidade ambiental em diversos países. No Brasil, especialmente no Nordeste do estado do Pará, essa problemática é acentuada pela expansão da fronteira agrícola e pelas práticas de manejo inadequadas. O sistema de Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) surge como uma alternativa promissora para reverter esse cenário, combinando a recuperação ambiental com a viabilidade econômica.

A recuperação de pastagens degradadas é fundamental para garantir a sustentabilidade da produção agrícola e a conservação dos recursos naturais. O ILPF se apresenta como uma ferramenta

eficaz para alcançar esses objetivos.

A integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) é uma estratégia de produção agropecuária que utiliza a união de diferentes sistemas produtivos – agricultura, pecuária e floresta – dentro de uma mesma área. O objetivo é otimizar os recursos da fazenda, buscando um aumento da produtividade por hectare de forma sustentável. Na perspectiva econômica, o ILPF oferece uma diversificação das fontes de renda para os produtores rurais, reduzindo a dependência de um único tipo de atividade e aumentando a resiliência frente às oscilações de mercado. A combinação de atividades agrícolas e pecuárias permite uma utilização mais eficiente dos recursos disponíveis, como mão de obra, insumos e equipamentos.

Complementando, entre os benefícios ambientais da (ILPF) há a melhora os nutrientes no solo, o bem-estar dos animais e a proteção dos recursos naturais, além dos ganhos com o cultivo de alimentos saudáveis. Em termos econômicos, a técnica aumenta a produção de grãos, fibras, carne, leite e produtos madeireiros e não madeireiros e, com isso, gera empregos diretos e indiretos e contribui para a renda dos produtores.

Esse sistema, além de promover a sustentabilidade da produção agrícola e a recuperação de áreas degradadas, representa uma oportunidade para a melhoria da qualidade de vida das comunidades rurais. Com o apoio de políticas públicas, investimentos em pesquisa e a participação ativa dos produtores, esse sistema tem um grande potencial para transformar a agricultura brasileira.

Uma grande limitação é que, embora existam alternativas tecnológicas para ganhos de eficiência nos sistemas de produção de grãos no Brasil, ainda são insuficientes os esforços no sentido de se desenvolverem recomendações integradas, envolvendo combinações de espécies vegetais e práticas de manejo agrônomo, de modo a demonstrar as vantagens de sistemas intensificados e difundi-los para o universo de produtores.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações na fertilidade do solo após cinco anos de cultivo de espécies florestais no sistema Integração Lavoura Pecuária Floresta no município de Paragominas, região Nordeste do estado do Pará.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os sistemas de ILPF possibilitam a recuperação de áreas degradadas por meio da intensificação do uso da terra, potencializando os efeitos complementares ou sinérgicos existente entre as diversas espécies vegetais e a criação de animais, proporcionando, de forma sustentável uma maior produção por área. Todavia falta ainda uma visão da real dimensão dos efeitos que este tipo de sistema pode trazer para o ecossistema amazônico.

A inclusão da agricultura e silvicultura em áreas de pastagens é uma forma de viabilizar economicamente a recuperação de pastagens degradadas (Kluthcouski et al., 2003) e, diminuir a pressão sobre as áreas naturais.

Na região Paragominas, nordeste do Pará, existe uma grande necessidade de transformar os recursos naturais degradados em áreas produtivas, com potencial econômico, de forma que ajuste a melhoria na qualidade de vida humana à capacidade de suporte dos ecossistemas (Poça, 2012).

O sistema de Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) promove benefícios significativos para o solo, como a ciclagem de nutrientes e a melhoria da estrutura e fertilidade, resultando em um ambiente mais propício para o desenvolvimento das plantas. A rotação entre culturas e pastagens contribui para a redução da pressão de pragas e doenças, diminuindo a necessidade do uso de agroquímicos. As pastagens em rotação com lavouras ajudam a recuperar áreas degradadas e a manter a cobertura vegetal, o que protege o solo contra a erosão e conserva a umidade (BARBOSA et al., 2022).

O sistema Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) realiza cultivo consorciado em sucessão e rotação, possibilitando a recuperação de áreas degradadas, potencialização dos efeitos complementares ou sinérgicos entre as espécies vegetais e a criação de animais, de forma sustentável e com uma maior produção por área (Balbino et al., 2011).

Uma importante alternativa para recuperação de pastagens degradadas é a inclusão da agricultura e silvicultura, pois são formas de viabilizar economicamente e diminuir a pressão sobre os recursos naturais (Kluthcouski et al., 2003).

Na perspectiva econômica, esse sistema oferece uma diversificação das fontes de renda para os produtores rurais, reduzindo a dependência de um único tipo de atividade e aumentando a resiliência frente às oscilações de mercado. A combinação de atividades agrícolas e pecuárias permite uma utilização mais eficiente dos recursos disponíveis, como mão de obra, insumos e equipamentos. Essa abordagem aumenta a produtividade por hectare, permitindo uma intensificação sustentável da produção sem a necessidade de expandir as áreas cultivadas sobre vegetações nativas, o que é crucial para a conservação do bioma Cerrado (Ribeiro et al., 2022).

O plantio de culturas em sistemas integrados reflete positivamente na física e na química do solo, visto que proporciona grande volume de raízes em profundidade, aumento da reciclagem de nutrientes, dos teores de matéria orgânica e de nutrientes no solo (Crusciol & Borghi, 2007).

O mogno africano (*Khaya ivorensis*) tem se tornado uma importante alternativa para estes sistemas em função do seu bom desenvolvimento, produção de madeira de qualidade, de alto valor no mercado internacional e resistente à pragas (Rech, 2006), tem uso comercial extraordinário, devido às características tecnológicas e à beleza da madeira. É usada em movelaria, faqueado,

construção naval e em sofisticadas construções interiores. O mercado europeu consome principalmente a madeira (Lamprecht, 1990). Essa madeira é de elevada durabilidade, fácil de trabalhar e secar, porém de difícil impregnação.

É uma árvore de grande importância para a região amazônica, não somente pelo seu valor econômico ser dos mais elevados no comércio internacional, mas também ao ser considerado o aspecto ambiental, devido ao crescimento relativamente rápido, promovendo a recuperação de áreas alteradas (Falesi & Baena, 1999).

O paricá (*Schizolobium amazonicum*), em função de seu rápido crescimento e idades de corte dos povoamentos homogêneos, tem sido uma opção bastante usada para estes sistemas agrossilvipastoris (Costa et al., 1998), é uma espécie essencialmente heliófila, que não tolera baixas temperaturas, apresenta crescimento monopodial, ainda que a céu aberto, devido à boa derrama natural ou auto-poda, possui ramificação cimosa, com copa ampla e umbeliforme, o tronco cilíndrico e reto pode apresentar sapopemas. A madeira é mole, leve, com textura grossa, cerne creme-avermelhado e alburno creme claro (Carvalho, 2007).

A árvore é indicada para plantios comerciais, sistemas agroflorestais e reflorestamento de áreas degradadas, devido ao seu rápido crescimento e ao bom desempenho tanto em formação homogêneas quanto em consórcios.

Por outro lado o mercado ilimitado e potencial (tanto nacional como internacional) para a comercialização de madeira, o plantio de espécies arbóreas em pastagens aumentaria consideravelmente o retorno econômico em longo prazo e justificaria incentivos e subsídios de curto prazo que ajudariam a estabelecer pastagens melhoradas, segundo citação feita por (Macedo et al., 2010).

O milho tem grande contribuição no cenário econômico, pois vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Cerca de 70% do uso dos grãos de milho do mundo são destinados à alimentação animal, e em algumas regiões ele é o ingrediente básico para alimentação humana, sendo um dos principais produtos agrícolas da região devido à sua participação na formação da renda agrícola e pela sua contribuição na alimentação animal, onde entra como componente básico (Costa et al., 2008).

A rotação de culturas, a diversificação da matriz produtiva e os sistemas integrados de lavoura, pecuária e floresta são alternativos para a recuperação de áreas de baixa produtividade (Macedo, 2009; Vilela et al., 2011).

A obtenção de altas produtividades de milho no Cerrado somente foi possível com o desenvolvimento de manejo de correção da fertilidade química dos solos da região. Dentre as

principais limitações químicas desses solos, destacam-se a elevada acidez e baixos teores de associados a elevado poder de fixação desse nutriente fósforo (Veloso et al., 2020).

No Estado do Pará, a maioria dos solos, com predominância de Latossolos e Argissolos, onde se cultiva milho, o fósforo é um dos nutrientes que mais limita a produtividade dessa cultura. Algumas práticas relacionadas à melhor utilização dos nutrientes oriundos da adubação também favorecem maior exploração do solo pelas plantas e vice-versa. Para atingir produtividades em torno de 6.000 kg/ha de grãos de milho recomenda-se a aplicação de doses de até 90 kg P₂O₅ ha⁻¹ (Cravo et al., 2010).

Portanto, recuperação de solos degradados, proporcionando o aumento da produtividade do sistema, a redução das emissões de gases de efeito estufa e a resiliência ambiental. Assim, é necessário manter nutrição adequada das plantas, com oferta de fertilizantes alternativos, tornando-se mais resistentes ao ataque de pragas e doenças (Vilela et al., 2011).

3 METODOLOGIA

O estudo foi conduzido na Fazenda Vitória, localizada no município de Paragominas, região Nordeste do Pará. O local apresenta altitude de 89 metros, coordenadas geográficas 02°57'29,47" S e 47°23'10,37" W, e clima classificado como Aw segundo Koppen. A temperatura média anual varia entre 23,3 e 27,3 °C, a umidade relativa do ar apresenta média anual de 81% e a precipitação média é de 1743 mm (Bastos, 2006). O solo foi classificado como Latossolo Amarelo textura muito argilosa (Rodrigues et al., 2003).

O experimento consistiu em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), com cultivo de milho intercalado com mogno africano (*Khaya ivorensis*) e paricá (*Schizolobium amazonicum*) em áreas de 4,05 ha cada. Para fins de comparação, foi incluído também o cultivo de milho no sistema Santa Fé em uma área de 5 ha. O espaçamento de plantio das espécies florestais foi de 5 m x 5 m para o mogno africano e 4 m x 3 m para o paricá, arrançados em renques duplos espaçados de 20 m.

O milho (BRS 1030) foi a primeira cultura semeada, no mês de fevereiro, após aplicação de herbicida e adubação. Foram realizadas duas adubações de cobertura e, na segunda aplicação, foi semeada a forragem *Brachiaria ruziziensis*. O plantio das espécies florestais ocorreu em março, com adubação de plantio e cobertura.

A avaliação do solo foi realizada antes e após cinco anos de implantação do sistema. Foram coletadas amostras em diferentes profundidades e realizadas análises físicas e químicas, seguindo a metodologia da Embrapa (1997) e método de Walkley & Black (1965) para matéria orgânica. As variáveis analisadas foram pH, P, K, Ca, Mg, Al, MO e granulometria.

Foram avaliadas a altura e o diâmetro à altura do peito (DAP) das plantas de mogno africano e paricá do primeiro ao quinto ano. Para cada espécie, foram selecionadas aleatoriamente 100 plantas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

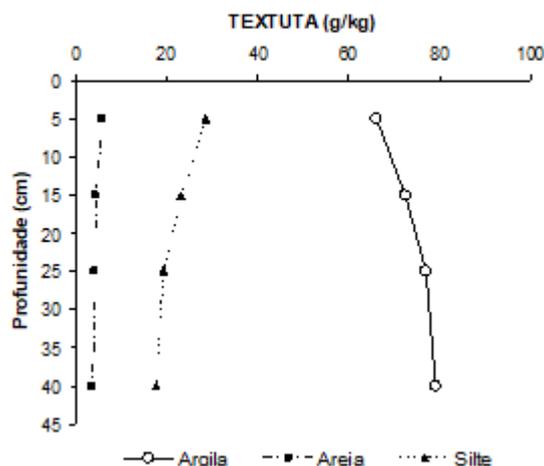
A avaliação do solo foi realizada antes da implantação do sistema (referência zero) por meio de análises físicas e químicas de amostras de solo, representativas das áreas de estudo, para detectar alterações da qualidade do solo após cinco anos de cultivo pela adoção do sistema de manejo e avaliar a sustentabilidade do sistema.

As Tabelas 1 e 2 apresentam os resultados das análises químicas e físicas do solo, coletadas em diferentes profundidades (0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm), as quais serviram de base para o acompanhamento ao longo do tempo da adoção do sistema, direcionando o comportamento das propriedades químicas e físicas desse solo mostrando ganhos, perdas ou manutenção de tais propriedade em relação a sustentabilidade do ambiente, com o cultivo do mogno e do paricá.

A análise dos dados revela que, após cinco anos de cultivo, o pH do solo encontra-se em níveis adequados para o desenvolvimento das plantas. Os teores de matéria orgânica, embora inferiores a 15 g/dm³, estão dentro dos valores considerados adequados para os solos estudados. No entanto, os teores de fósforo, exceto no cultivo de paricá na camada superficial (0-10 cm), encontram-se abaixo do nível ideal para as culturas. Os níveis de potássio na profundidade de 0-10 cm mostraram-se adequados apenas no tratamento onde foi utilizada planta de cobertura, indicando a importância dessa prática para a retenção de nutrientes. Os teores de cálcio e magnésio apresentaram-se dentro dos valores considerados satisfatórios, especialmente na camada superficial e nos tratamentos com plantas de cobertura. A fertilidade do solo, avaliada pela saturação por bases (V%), mostrou-se satisfatória em ambos os sistemas ILPF com mogno africano e paricá (BRASIL et al., 2020).

A granulométrica desse solo é apresentada na Figura 1, apresentando um alto conteúdo de argila, o que mostra ser um solo de textura argilosa.

Figura 1. Distribuição de características granulométrica no perfil do Latossolo Amarelo com textura argilosa em Paragominas - PA.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A matéria orgânica e o carbono apresentaram diferenças significativas em função das profundidades 0-10 cm quando comparado com as profundidades 10-20, 20-30 e 30-40 cm nos cultivos em sistema iLPF do mogno africano e paricá. Houve aumento de alumínio, com o aumento das profundidades. Também ocorreu redução saturação por bases em função do aumento das profundidades (Tabela 1 e 2).

As práticas de manejo do solo e das culturas adotadas no sistema plantio direto causaram modificações significativas no perfil do solo. Essas alterações influenciaram a dinâmica da acidez e a disponibilidade de nutrientes, demandando ajustes no manejo da fertilidade. Como resultado, houve um incremento no teor e na qualidade da matéria orgânica, além de um aumento na concentração de nutrientes, principalmente nas camadas superficiais do solo. Entretanto, em estudo realizado por MACEDO et al. (2015), em um período de 6 anos, o solo sob sistema integração lavoura pecuária sem árvores mostrou maiores valores de teor total de C quando comparado com os sistemas de ILPF. Segundo os autores, o sistema de integração sem árvores tinha menos concorrência por luz, água e nutrientes, e proporcionou maior fonte de material orgânico para elevar o carbono do solo do que a pastagem combinada com árvores no sistema de ILPF.

Tabela 1 – Características químicas e físicas do solo, antes e depois de cinco anos de cultivo do mogno africano e paricá em sistema ILPF, profundidade de 0-10 e 10-20 cm, na fazenda Vitória, Paragominas-PA.

Atributos do solo	Profundidade (cm)					
	0-10			10-20		
	Antes	Mogno africano	Paricá	Antes	Mogno africano	Paricá
pH (CaCl ₂)	5,6	4,6	4	5,4	4,3	3,9
MO %	3,3	3,4	3,1	2,2	2,2	2,2
C g/dm ³	19,7	20	18	12,8	13	13
P (Mehlich) mg/dm ³	2,7	5	6	2	2	2
K mg/dm ³	97	227	61	49	42	27
Ca cmolc/dm ³	3,3	2,8	1,3	1,9	1,4	0,8
Mg cmolc/dm ³	1	0,8	0,6	0,8	0,5	0,4
Al cmolc/dm ³	0,1	0,1	0,5	0,2	0,4	1
H+Al cmolc/dm ³	4,5	3,6	6,1	3,6	3,4	5,5
Areia grossa g/Kg	17	18	18	10	10	10
Areia fina g/Kg	38	38	38	33	33	33
Silte g/Kg	284	284	284	232	232	232
Argila total g/Kg	660	660	660	725	725	725
SB cmolc/dm ³	4,75	4,19	2,06	2,97	2,01	1,27
CTC cmolc/dm ³	9,25	7,79	8,16	6,6	5,41	6,77
V %	50,49	53,79	25,25	44,73	37,15	18,76

Fonte: Análises realizadas no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental.

As plantas de paricá apresentaram maiores valores de altura de planta e de diâmetro à altura do peito (DAP) que foram de 15,44 m de altura e 58,93 cm de DAP quando comparadas com o mogno africano em que apresentaram 9,73 m de altura e 45,58 cm de DAP aos cinco anos de idade.

Os resultados da produção de milho em diferentes sistemas de cultivo são apresentados na Tabela 3. O desenvolvimento do milho durante o seu cultivo no sistema são apresentados na Figura 2. O milho, quando consorciado com mogno africano, paricá e cultivado no sistema Santa Fé, apresentou bons resultados de produção.

A produção de matéria seca da *Brachiária ruziziensis* foi superior àquela relatada por Braz (2003), indicando o potencial do sistema para a produção de forragem. Além disso, o cultivo do milho em consórcio com pastagem proporcionou benefícios para o solo, como aumento da matéria orgânica e dos teores de nutrientes, devido à grande quantidade de palhada produzida e ao desenvolvimento de um sistema radicular profundo.

A *Brachiaria ruziziensis* têm facilidade de estabelecimento em consórcio com a cultura do milho, têm uma maior estabilidade no sistema, apresenta aptidão como planta forrageira na integração lavoura-pecuária-floresta, podendo ser utilizada como cobertura morta para o sistema plantio direto devido à facilidade de manejo químico com a utilização do glifosato como herbicida de dessecação.

Tabela 2 – Características químicas e físicas do solo, antes e depois de cinco anos de cultivo do mogno africano e paricá em sistema iLPF, profundidade 20-30 e 30-40 cm, na fazenda Vitória, Paragominas-PA.

Atributos do solo	Profundidade (cm)					
	20-30			30-40		
	Antes	Mogno africano	Paricá	Antes	Mogno africano	Paricá
pH (CaCl ₂)	5,3	4,4	3,8	5,3	5,3	3,8
MO %	1,4	1,5	1,7	2,3	1,4	1,7
C g/dm ³	8,6	9	10	13,3	8,6	10
P (Mehlich) mg/dm ³	1,7	2	1	1,5	1,7	1
K mg/dm ³	35	19	12	31	35	12
Ca cmolc/dm ³	1,5	1,1	0,4	1,4	1,5	0,4
Mg cmolc/dm ³	0,5	0,4	0,2	0,5	0,5	0,2
Al cmolc/dm ³	0,3	0,5	1,2	0,3	0,3	1,2
H+Al cmolc/dm ³	3,1	3,1	5	2,8	3,1	5
Areia grossa g/Kg	9	9	9	7,7	9	9
Areia fina g/Kg	30	30	30	26	30	30
Silte g/Kg	191	191	191	175	191	191
Argila total g/Kg	770	770	770	790	770	770
SB cmolc/dm ³	2,3	1,55	0,63	2,11	2,3	0,63
CTC cmolc/dm ³	5,48	4,65	5,63	4,92	5,48	5,63
V %	41,56	33,33	11,19	42,03	41,56	11,19

Fonte: Análises realizadas no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental.

O consórcio de milho com pastagem, reflete positivamente na fertilidade do solo, devido à grande produção de palha e ao grande volume de raízes em profundidade aumentando a reciclagem de nutrientes e os teores de matéria orgânica e nutrientes no solo (Crusciol & Borghi, 2007). A eficiência do consórcio milho-pastagem na recuperação de pastagens degradadas, ficou evidenciada no estudo conforme relatado por Kluthcouski et al. (2003).

As propriedades do manejo dos solos e das culturas geraram mudanças no perfil do solo no sistema plantio direto que influíram na dinâmica da acidez e da disponibilidade dos nutrientes e, por consequência, no manejo da fertilidade do solo.

Tabela 3 - Características agronômicas e de produção de milho consorciado com mogno africano, paricá e sistema Santa Fé na Fazenda Vitória, Paragominas - PA.

Sistemas	Produção de forragem	Produtividade de milho	
	(kg/ha)	(kg/ha)	(sacas ha)
Milho + mogno africano	4.849,89	5.764,41	96,07
Milho + paricá	4.590,58	5.006,63	93,44
Santa Fé	5.612,68	5.788,07	96,47

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Sendo assim, ocorreu um aumento do teor e da qualidade da matéria orgânica e da concentração dos nutrientes a partir da superfície do solo apresentados.

Figura 2. Área plantada com milho no sistema ILPF no município de Paragominas-PA.



Fonte: Silva, A.R.

Os teores de nutrientes das plantas de milho as quais se encontram na (Tabela 4.), verifica-se que os teores de nitrogênio, fósforo, potássio cálcio e magnésio, não diferiram entre si nos diferentes, entretanto os teores de nitrogênio e potássio forem encontrados quantidades maiores em relação aos demais nutrientes mostrando que o milho apresentou grande exigência desses nutrientes com a cultivar BRS 1030.

Tabela 4 – Teores médios de macronutrientes na matéria seca do milho na Fazenda Vitória, no município de Paragominas -PA.

Sistemas	N	P	K	Ca	Mg
	g/kg				
Milho + Mogno	46,93 b	3,11 a	37,17 a	9,73 a	7,25 a
Milho + Paricá	45,04 b	3,15 a	31,87 a	6,67 a	4,97 a
Santa Fé	51,19 b	2,72 a	35,86 a	9,52 a	6,37 a

Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

5 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstram o potencial do sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) na recuperação de áreas de pastagem degradadas. O sistema promoveu a recuperação da fertilidade do solo, com melhoria na estrutura e aumento da capacidade de retenção de água, especialmente nas camadas superficiais. O desenvolvimento satisfatório das espécies florestais (mogno africano e paricá) e a boa produtividade do milho, mesmo em condições de alta precipitação, indicam a sinergia entre os componentes do sistema.

No entanto, observou-se redução nos teores de carbono e fósforo, e um aumento do teor de alumínio em profundidade, o que sugere a necessidade de ajustes no manejo do sistema para otimizar a ciclagem de nutrientes. Os resultados obtidos contribuem para o conhecimento sobre a

eficácia do sistema ILPF em condições tropicais e podem servir como base para futuras pesquisas e para o desenvolvimento de estratégias de manejo mais sustentáveis para a recuperação de áreas degradadas.

As alterações de processos químicos e físicos do solo, ao longo do tempo de adoção do sistema integração lavoura pecuária floresta no estado do Pará, podem estar associadas à produtividade das culturas e servirem de indicadores de qualidade de solos. Portanto a falta de correção adequada da acidez dos solos sob cultivo reflete em uma baixa eficiência no uso de fertilizantes.

REFERÊNCIAS

- BALBINO, L.C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. (Ed.). Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta. Brasília: Embrapa, 2011. 130p.
- BARBOSA, Leovânio Rodrigues et al. Propriedades físico-hídricas de um argissolo sob plantio direto e integração lavoura-pecuária no cerrado. **Revista Caatinga**, v. 35, n. 2, p. 460-469, 2022.
- BASTOS, T. X. et al. Informações Agroclimáticas do Município de Paragominas para o Planejamento Agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2006, Florianópolis. Anais... Florianópolis: SBMET, 2006.
- BLACK, C.A. Methods of Soil Analysis: Part 2 – Chemical and Microbiological Properties. Madison: American Society of Agronomy, 1965. 1159p.
- BRASIL, E.C.; CRAVO, M. da S.; VIÉGAS, I. de J.M. Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará. 2.ed., Brasília, DF, Embrapa, 2020.419p.
- BRAZ, A. J. B. P. Biomassa de culturas de cobertura do solo, decomposição das palhadas e resposta à adubação nitrogenada no feijoeiro e no trigo em sistema de plantio direto. 2003. 69f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2003.
- CARVALHO, P. E. R. Paricá *Schizolobium amazonicum*, Colombo Paraná, Circular técnica 142, Embrapa Floresta, 2007.
- CRAVO, M. da S.; SILVEIRA FILHO, A.; RODRIGUES, J. E. L.; VELOSO, C. A. C. Milho. In: CRAVO, M. da S.; VIÉGAS, I. de J. M.; BRASIL, E. C. **Manual de Recomendação de Adubação para o Estado do Pará**, p. 153-155, 2010.
- COSTA, C. T. F.; PEREIRA, L. G. R.; SANTOS, R. D. S.; NEVES, A. L. A.; ARAÚJO, G. G. L.; BARREIROS, D. C.; ARAGÃO, A. S. L. Produtividade e características agrônomicas de sete genótipos de milho na região do sub-médio do vale do São Francisco. V Congresso Nordestino de Produção Animal. Aracaju, 2008.
- COSTA, D.H.ε.; REBEδδO, F.K.; D'ÁVIδA, J.δ.; SANTOS, ε.A.S.; δOPES, ε.δ.B. Alguns aspectos silviculturais sobre o paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber). Belém, Banco da Amazônia, 1998. 19p. (Série Rural 2).
- CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E. Consórcio de milho com braquiária: produção de forragem e palhada para o plantio direto. *Revista Plantio Direto*, Passo Fundo, ano 16, n. 100, p. 10-14, jul./ago. 2007.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: CNPS, 1997. 212 p.
- FALESI, I.C.; BAENA, A.R.C. Mogno-africano *Khaya ivorensis* A. Chev. Em sistema silvipastoril com leguminosa e revestimento natural do solo. Belém: Embrapa Amazônia oriental, 1999. 52p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documento, 4).
- KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. Integração lavoura-pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 2003. 570p.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos Trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas - possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eachborn. República Federal da Alemanha. 1990. 343p.

MACEDO, M. C. M.; ALMEIDA, R. G.; ARAUJO, A. R.; FERREIRA, A. D. Soil carbon contents in integrated crop-livestock and crop-livestock-forest systems in the Brazilian Cerrado. In: WORLD CONGRESS ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FOREST SYSTEM, 1.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS, 3., 2015, Brasília, DF. Proceedings... Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 323

MACEDO, R. L. G.; VALE, A. B.; VENTURIN, N. Eucalipto em sistemas agroflorestais. Lavras: Ed. da UFLA, 2010. 331 p.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, p. 133-146, 2009.

POÇA, R. R. Indicadores químico, físico e etnopedológico de qualidade do solo em áreas em recuperação na Amazônia Oriental. 2012. 119f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Amazônicas) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

RECH, C. 2006. Estados Unidos lidera importações brasileiras. Revista da Madeira, 96.

RIBEIRO, Fabiana et al. Deposição, decomposição e conteúdo de nutrientes de serapilheira em área de integração lavoura-pecuária-floresta na região do **Cerrado**. Brazilian Journal of Forest Research/Pesquisa Florestal Brasileira, v. 42, 2022.

RODRIGUES, T. E.; SILVA, R. C.; SILVA, J.M. L.; GAMA, J.R.N.F.; VALENTE, M.A.; OLIVEIRA JUNIOR, R.C. Caracterização e classificação dos solos do município de Paragominas, Esta do do Pará/ Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 51 p.; 21cm. Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 162).

VELOSO, C.A.C.; CARVALHO, E.J.M.; SILVA, A.R.; SILVEIRA FILHO, A. Manejo de adubação fosfatada no cultivo do milho sob sistema plantio direto em diferentes densidades populacionais no Oeste do Pará. Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 6, n. 10, p. 82499-82506 oct. 2020.

VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, out. 2011.