

PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE MILHO EM SISTEMAS COM MANEJO DE CAPOEIRA ENRIQUECIDA

Anna Christina Monteiro Roffé Borges¹, Osvaldo Ryohei Kato¹, Hugo Alves Pinheiro², Maurício Kadooka Shimizu¹, Livia Gabrig Turbay Rangel-Vasconcelos¹, Moisés Cordeiro Mourão de Oliveira Júnior¹ e Célia Maria Braga Calandrini de Azevedo¹

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de biomassa de milho em sistemas com manejo de capoeira enriquecida, associado à tecnologia de corte-e-trituração, em Marapanim, nordeste do Pará, Brasil. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com 18 tratamentos e quatro repetições. As parcelas foram constituídas por três manejos da capoeira: natural, enriquecida com ingá (*Inga edulis*) e tachi-branco (*Sclerolobium paniculatum*) e enriquecida com ingá e tachi-branco com adubação fosfatada. Foram introduzidas três variedades de milho (BRS Sol-da-manhã, BRS4154 Saracura e BR106), distribuídas em subparcelas com ou sem adubação complementar (NPK). Foram avaliadas as variáveis: altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, matéria úmida e seca e estande. Os manejos com capoeira enriquecida e capoeira enriquecida com adubação fosfatada influenciaram positivamente a altura das plantas, o diâmetro do colmo e a produção de biomassa; a adubação complementar potencializou o efeito dos manejos para estas variáveis.

Palavras-chave: Zea mays, Amazônia, corte-e-trituração, enriquecimento de capoeira, plantio direto na capoeira.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the biomass production of maize in systems with enriched fallow management, associated with slash-and-mulch technology, in Marapanim, northeast of Pará state, Brazil. The experimental design was randomized blocks, with 18 treatments and four replicates. The plots consisted of three fallow management systems: natural, enriched with inga (*Inga edulis*) and tachi-branco (*Sclerolobium paniculatum*), and enriched with inga and tachi-branco with phosphorus fertilization. Three maize varieties (BRS Sol-da-manhã, BRS4154 Saracura and BR106) were introduced and distributed in split-plots with or without additional fertilization (NPK). The variables evaluated were plant height, stem diameter, leaf number, mass of moist and dry matter and stand. The management systems with enriched fallow and enriched fallow with phosphorus positively influenced plant height, stem diameter, and moist and dry mass production; the additional fertilization potentialized the effect of fallow management on these variables.

Keywords: Zea mays, Amazon, slash-and-mulch, fallow enrichment, no-tillage in fallow.

Introdução

A agricultura familiar amazônica utiliza o sistema de derruba e queima para o preparo de área. Tal prática é questionada pelas perdas em nutrientes, emissões de gases nocivos, riscos de incêndios e desmatamento. É fundamental para a região o desenvolvimento de tecnologias que permitam utilizar os recursos naturais com menor impacto ao meio ambiente, recuperar áreas alteradas e reduzir a expansão da fronteira agrícola.

¹Embrapa Amazônia Oriental. E-mail: aroffe@cpatu.embrapa.br; okato@cpatu.embrapa.br; mauricio@cpatu.embrapa.br; lgabrig@terra.com.br; mmourao@cpatu.embrapa.br; celiamb@cpatu.embrapa.br.

²Universidade Federal Rural da Amazônia. E-mail: hugo.pinheiro@ufrpa.edu.br

As capoeiras desempenham um importante papel ecológico, estudos comprovaram que seu manejo torna-se viável desde que sejam conhecidas suas potencialidades (KATO *et al.*, 1999; DENICH *et al.*, 2004, 2005). O sistema de corte-e-trituração da biomassa, com a formação de cobertura morta para o solo e enriquecimento da capoeira com leguminosas arbóreas de rápido crescimento desenvolvido pela Embrapa Amazônia Oriental (Projeto Tipitamba) influencia favoravelmente as propriedades do solo, a ciclagem de nutrientes, evita perdas e lixiviação, conserva a biodiversidade e intensifica o sistema de produção. Além disso, a tecnologia promove melhoria no balanço de carbono, com a emissão de cinco vezes menos CO₂ equivalente quando comparada ao preparo de área com o uso do fogo (DAVIDSON *et al.*, 2008).

A cobertura morta mantém a umidade do solo, possibilitando a flexibilização do calendário agrícola e o plantio em maio, julho e dezembro, por isso, torna-se uma alternativa para o produtor rural familiar amenizar os efeitos do período seco. Esse é um fator importante para a região, pois o período seco entre setembro e novembro compromete a produção de alimentos e a criação de animais.

O milho se destaca por inúmeras aplicações na propriedade agrícola familiar, principalmente quanto à sua utilização na alimentação humana e animal e comercialização da produção excedente. Em sistemas de rotação de culturas, o milho também é indicado para reduzir o potencial do patógeno responsável pela podridão mole das raízes de mandioca, doença que atualmente afeta drasticamente a região (REIS & FORCELINI, 1995). O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de biomassa de milho em sistemas com manejo de capoeira enriquecida, associado à tecnologia de corte-e-trituração, em Marapanim, nordeste do Pará.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na comunidade São João, Marapanim-Pa. O clima da região é quente e úmido, do tipo Ami, segundo *Köppen* e o solo Argissolo Amarelo distrófico. Em março de 2006, a área experimental de 0,5 ha, com uma capoeira de oito anos, foi triturada com fresador florestal e um plantio de mandioca (*Manihot esculenta* cv. Cearense) foi realizado em espaçamento 1x1m. Em junho de 2007, o experimento de enriquecimento de capoeira foi implantado com delineamento em blocos ao acaso e 12 parcelas amostrais de 10x12m com três tipos de manejo: capoeira natural; capoeira enriquecida com ingá [*Inga edulis* Mart. (Fabaceae)] e tachi-branco [*Sclerolobium paniculatum* Vogel (Fabaceae)]; e capoeira enriquecida com ingá, tachi-branco e com adubação fosfatada.

As espécies leguminosas foram plantadas em espaçamento de 2x2m e adubadas com fosfato de baixa solubilidade. Em outubro de 2007, após a colheita da mandioca, realizou-se o coroamento nas leguminosas e a área experimental entrou em pousio, totalizando um período de enriquecimento da capoeira de 23 meses.

Em maio de 2009, uma segunda trituração foi realizada para instalação do experimento com milho, mantendo o mesmo delineamento. Após 60 dias, três variedades de milho (BRS Sol-da-manhã, BRS4154 Saracura e BR106) foram plantadas no espaçamento de 1x0,5m e as parcelas foram subdivididas em não adubadas e adubadas, com um total de 18 tratamentos e quatro repetições: três variedades de milho cultivadas em três manejos da capoeira, com dois tipos de adubação complementar. Quinze dias após a semeadura do milho, realizou-se o desbaste, deixando duas plântulas por cova. Após cinco dias, realizou-se a adubação complementar com NPK(10-28-10) na metade das parcelas experimentais.

As propriedades químicas do solo, na camada de 0–20 cm: pH em H₂O de 4,8; 10,5 g.kg⁻¹ de MO; 0,14%N; 2 mg.dm⁻³ P; 22 mg.dm⁻³ K; 12 mg.dm⁻³Na; 0,8 mg.dm⁻³Ca; 0,4 cmol_c.dm⁻³Mg; 0,6 cmol_c.dm⁻³Al; e 6,60 cmol_c. dm⁻³H+Al.

As avaliações foram realizadas de agosto a novembro e as variáveis (altura das plantas, altura da primeira espiga, diâmetro do colmo, número de folhas, matéria úmida (MU) e seca (MS) e estande final) foram avaliadas com média de amostragem de oito plantas por área útil. As medições de altura e diâmetro do colmo foram realizadas no início e no final do período que, segundo Cruz *et al* (2008), é considerado crítico para o ciclo da cultura – estágio fenológico V10 ao R1. As demais variáveis foram avaliadas na maturação fisiológica.

Foram realizadas análises de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os dados foram processados com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2008).

Resultados e Discussão

O tipo de manejo da capoeira influenciou positivamente a altura das plantas no estágio fenológico R1 e a produção de MU e MS, e a aplicação de NPK realizada durante o cultivo contribuiu para um incremento na altura, altura da primeira espiga, diâmetro do colmo e produção de MU e MS da BRS Sol-da-manhã. Na BRS4154 Saracura, observou-se interação significativa entre manejo da capoeira e adubação complementar para altura da primeira espiga e diâmetros do colmo. O tipo de manejo da capoeira influenciou a altura das plantas, altura da primeira espiga, diâmetros do colmo e produção de MU e MS (Tabela 1). Kato *et al* (2003), em estudos de genótipos de milho em sistema de corte-e-trituração também obtiveram resultados semelhantes para essas variedades.

Na BR106, observou-se interação significativa entre manejo da capoeira e adubação somente para a altura das plantas (Tabela 1). O tipo de manejo influenciou a altura da planta, altura da primeira espiga e produção de MU e MS; a adubação complementar apresentou efeito significativo sobre estas variáveis e também sobre o diâmetro do colmo.

O enriquecimento da capoeira e o uso da adubação fosfatada e complementar proporcionaram a maior altura no estágio R1 na BRS Sol-da-manhã (Figura 1B). Na BRS4154 Saracura, os manejos

com capoeira enriquecida e capoeira enriquecida e adubação fosfatada, ambos com adubação complementar, proporcionaram as maiores alturas das plantas nos estádios V10 e R1 (Figuras 1A,1B) e da altura da primeira espiga. Na BR106, os manejos influenciaram a altura nos estádios V10 e R1 (Figuras 1A, 1B) e a altura da primeira espiga. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Kato *et al* (2003) quanto ao desempenho da cultura do milho e ao tipo de manejo praticado.

A adubação complementar com NPK promoveu o incremento na altura das plantas no estágio fenológico R1 das três variedades analisadas (Figura 1B). Kato *et al* (2002, 2003) observaram maiores alturas de plantas e de altura da primeira espiga de milho em condições semelhantes de cultivo no sistema de corte-e-trituração, com adubação complementar. Estes resultados evidenciam a resposta da cultura do milho ao tipo de manejo da capoeira e da adubação, pois a cobertura morta distribuída sobre o solo influencia na ciclagem de nutrientes, tanto adicionados por meio de fertilizantes minerais quanto provenientes da matéria orgânica do solo.

Para BRS Sol-da-manhã e BR106 foram observados efeitos significativos da adubação complementar nos diâmetros V10 e R1 . Os diâmetros do colmo da BRS4154 Saracura foram influenciados pelo manejo da capoeira e pela adubação complementar, com maiores valores nos manejos com capoeira enriquecida e capoeira enriquecida com adubação fosfatada, ambos com adubação complementar (Figura 1C, 1D).

A BR106 foi a que desenvolveu mais folhas por planta, evidenciando o efeito da variedade de milho sobre essa variável. A variedade também apresentou maior MU, entretanto, este desempenho não foi observado em relação a MS (Figuras 2A, 2B, 2C). Conforme Borghi *et al* (2004), a maior MU por área nem sempre corresponde a uma maior MS. Para a BRS Sol-da-manhã, o manejo com capoeira enriquecida com adubação fosfatada e complementar promoveu a maior MU e MS (Figuras 2B, 2C).

A BRS4154 Saracura apresentou os maiores valores de MU e MS nos manejos com capoeira enriquecida e capoeira enriquecida com adubação fosfatada, ambos com adubação complementar. Os mesmo manejos proporcionaram à BR106 os maiores valores de MU. O aumento na MS da parte aérea das plantas de milho é uma resposta ao incremento das doses de fósforo, como foi observado por Harger *et al* (2007) ao avaliar o crescimento da cultura quanto à este nutriente. Silva *et al* (2009) observaram que o fósforo aumenta a assimilação de nitrogênio proveniente da adubação, o que contribui para um ambiente agrícola favorável ao desenvolvimento da cultura.

Conclusões

- O manejo com capoeira enriquecida e capoeira enriquecida com adubação fosfatada influencia positivamente a altura das plantas, o diâmetro do colmo e a produção de matéria úmida e seca.
- A adubação complementar (NPK) durante o cultivo do milho potencializa o efeito dos manejos da capoeira em relação à altura das plantas, ao diâmetro do colmo e à produção de matéria úmida e seca.

- As variedades BRS Sol-da-manhã, BRS4154 Saracura e BR106 cultivadas em manejo com capoeira enriquecida com adubação fosfatada e adubação complementar (NPK) são alternativas viáveis para a cultura do milho no período seco, no Nordeste Paraense.

Tabela 1. Valores de quadrados médios do modelo analítico adotado na análise de variância para os efeitos do manejo da capoeira (M) e da adubação complementar com NPK (A) sobre as variáveis de produção de biomassa de três variedades de milho.

| Variáveis | BRS Sol-da-manhã | | | | BRS 4154 Saracura | | | | BR 106 | | | |
|--------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|--------|---------------------|----------------------|----------------------|--------|---------------------|----------------------|---------------------|--------|
| | M | A | (MxA) | ε | M | A | (MxA) | ε | M | A | (MxA) | ε |
| Altura 1 (V ₁₀) | 0,172 ^{ns} | 0,98 ^{**} | 0,008 ^{ns} | 0,08 | 0,295 ^{**} | 1,576 [*] | 0,098 ^{ns} | 0,03 | 0,711 ^{**} | 0,833 ^{**} | 0,146 ^{**} | 0,01 |
| Altura 2 (R ₁) | 0,249 [*] | 1,067 ^{**} | 0,001 ^{ns} | 0,06 | 0,311 ^{**} | 1,279 ^{**} | 0,037 ^{ns} | 0,02 | 0,261 ^{**} | 1,101 ^{**} | 0,139 ^{**} | 0,02 |
| Altura diferencial (2 - 1) | 0,002 ^{n.s} | 0,011 ^{ns} | 0,014 ^{ns} | 0,01 | 0,018 ^{ns} | 0,255 ^{**} | 0,076 ^{ns} | 0,03 | 0,761 ^{**} | 0,004 ^{ns} | 0,004 ^{ns} | 0,01 |
| Altura 1 ^a . espiga | 0,114 ^{ns} | 0,308 ^{**} | 0,009 ^{ns} | 0,03 | 0,095 ^{**} | 0,4 ^{**} | 0,155 ^{**} | 0,02 | 0,159 ^{**} | 0,277 ^{**} | 0,023 ^{ns} | 0,03 |
| Diâmetro 1 (V ₁₀) | 15,56 ^{ns} | 86,64 ^{**} | 1,74 ^{ns} | 5,33 | 38,22 ^{**} | 108,16 ^{**} | 7,67 ^{**} | 1,25 | 4.548 ^{ns} | 98,58 ^{**} | 0,01 ^{ns} | 4,74 |
| Diâmetro 2 (R ₁) | 20,97 ^{ns} | 106,77 ^{**} | 1,94 ^{ns} | 6,75 | 53,49 ^{**} | 109,4 ^{**} | 12,59 [*] | 3,08 | 6.465 ^{ns} | 116,95 ^{**} | 0,85 ^{ns} | 4,92 |
| Diâmetro diferencial (2-1) | 0,0001 ^{ns} | 0,0001 ^{ns} | 0,002 ^{ns} | 0,01 | 0,001 ^{ns} | 0,016 ^{ns} | 0,003 ^{ns} | 0,01 | 0 ^{ns} | 0,006 ^{ns} | 0,005 ^{ns} | 0,01 |
| N ^o de folhas | 1,625 ^{ns} | 8,167 ^{ns} | 0,542 ^{ns} | 2,08 | 4,625 ^{ns} | 6 ^{ns} | 1,125 ^{n.s} | 2,14 | 0,375 ^{ns} | 7,042 ^{ns} | 0,292 ^{ns} | 1,74 |
| Massa total (MU) | 2.300 [*] | 9.600 ^{**} | 231 ^{ns} | 495,00 | 3.210 [*] | 4.880 [*] | 796 ^{ns} | 627,00 | 6.280 ^{**} | 16.500 ^{**} | 856 ^{ns} | 526,00 |
| Subamostra (MU) | 5.020 ^{**} | 10.300 ^{**} | 236 ^{ns} | 599,00 | 2.450 ^{**} | 3.500 ^{**} | 429 ^{ns} | 403,00 | 3.840 ^{**} | 7.290 ^{**} | 1.290 ^{ns} | 495,00 |
| Subamostra (MS) | 2.230 ^{**} | 8.420 ^{**} | 260 ^{ns} | 309,00 | 1.330 ^{**} | 5.170 ^{**} | 372 ^{ns} | 210,00 | 1.770 [*] | 5.540 ^{**} | 743 ^{ns} | 311,00 |
| Estande final | 60,22 ^{ns} | 104,17 ^{ns} | 21,16 ^{ns} | 123,70 | 26,04 ^{ns} | 79,75 ^{ns} | 84,64 ^{ns} | 106,88 | 50,46 ^{ns} | 26,04 ^{ns} | 21,16 ^{ns} | 141,06 |

^{ns}Não significativo; ^{**} e ^{*} significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F; (MxA) efeito da interação entre manejo e adubação, ε - resíduo.

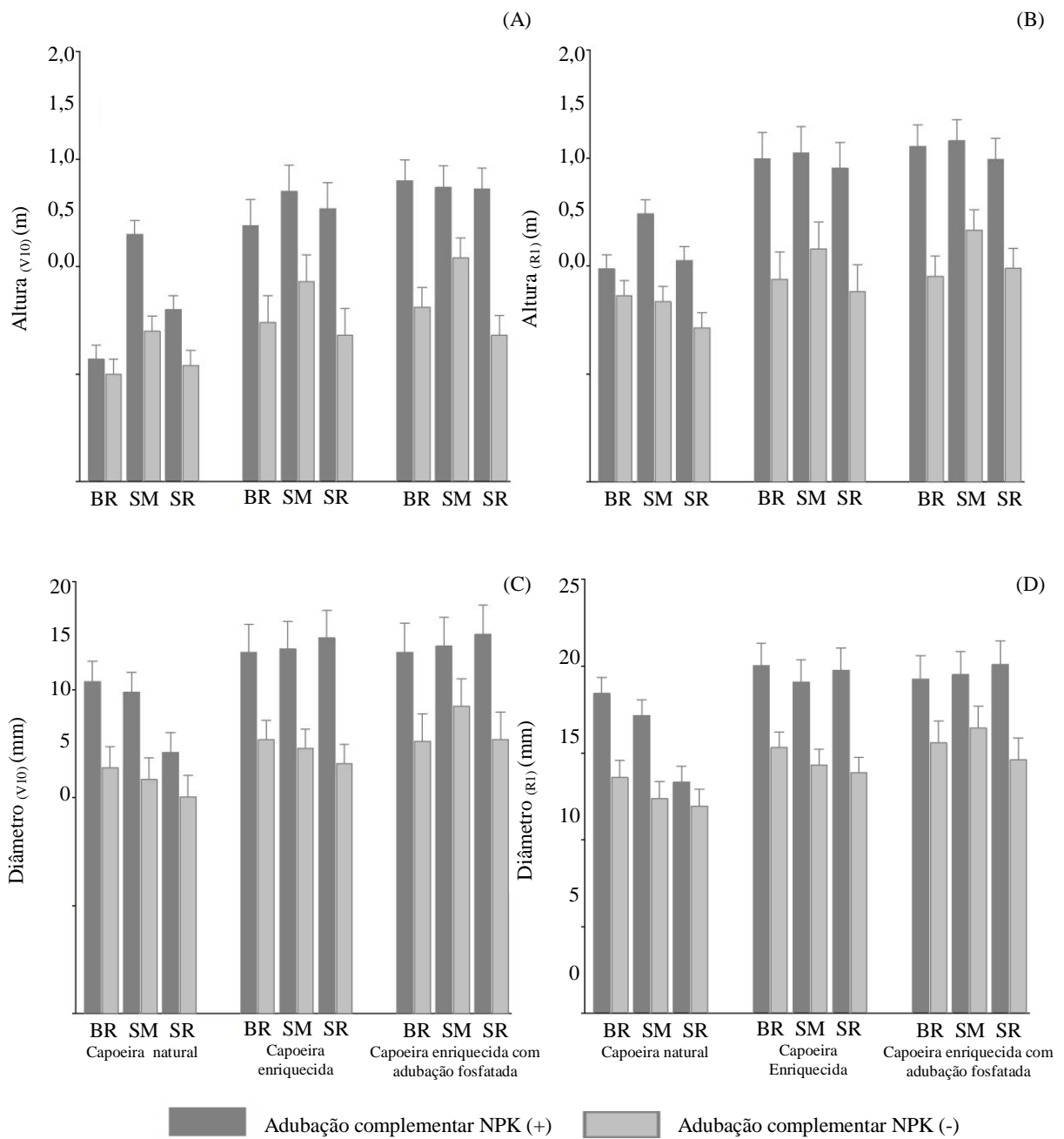


Figura 1. Efeito do manejo da capoeira e da adubação complementar (NPK) na altura das plantas (A e B) e no diâmetro do colmo (C e D) das variedades de milho BR106 (BR), BRS Sol-da-manhã (SM) e BRS4154 Saracura (SR), nos estágios V₁₀ e R₁, cultivadas em manejos com capoeira natural, capoeira enriquecida e capoeira enriquecida com adubação fosfatada.

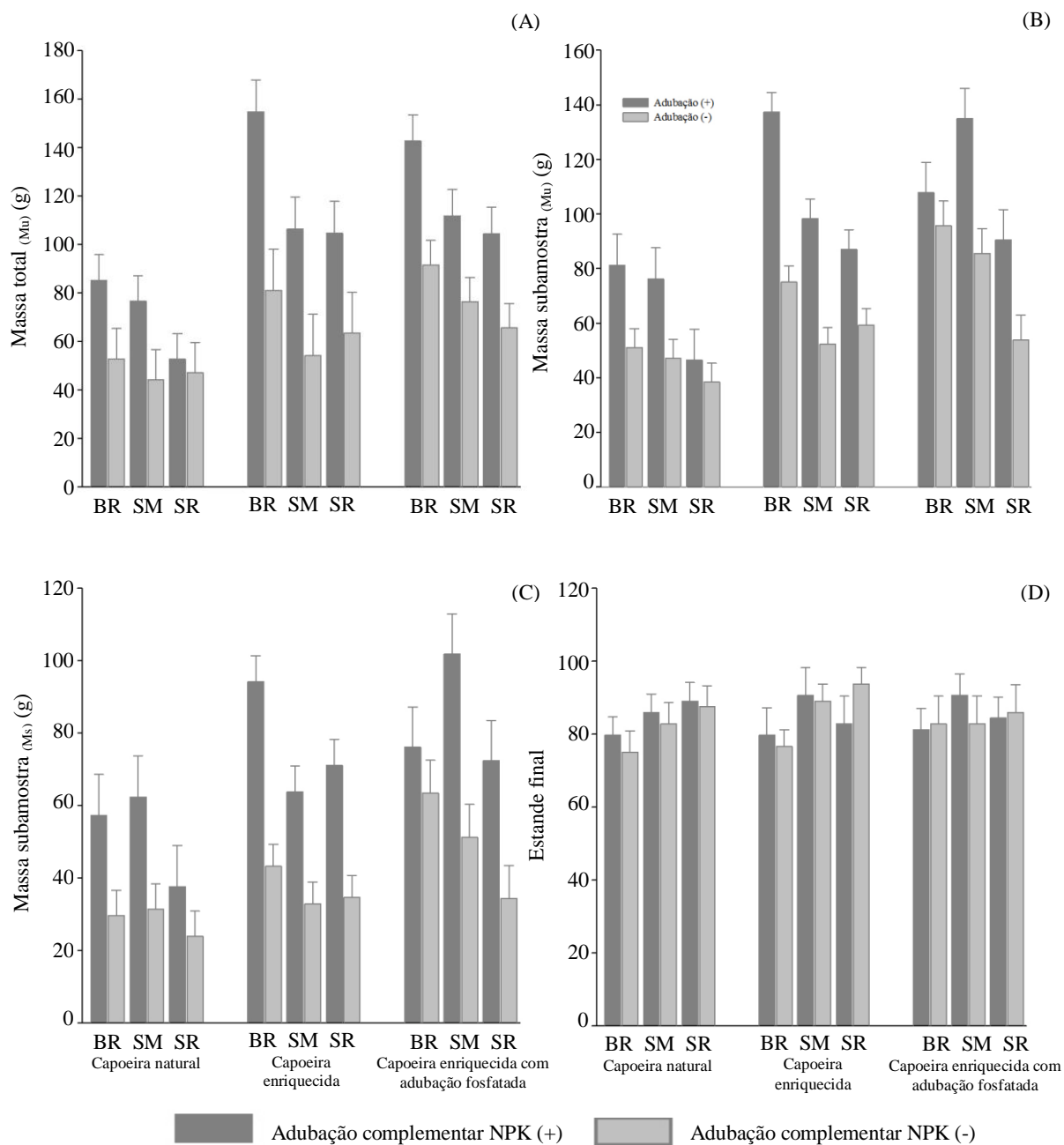


Figura 2. Efeito do manejo da capoeira e da adubação complementar (NPK) na produção de matéria úmida (MU) (A e B) e seca (MS) (C) e no estande final das variedades de milho BR106 (BR), BRS Sol-da-manhã (SM) e BRS4154 Saracura (SR), nos estágios V₁₀ e R₁, cultivadas em manejos com capoeira natural, capoeira enriquecida e capoeira enriquecida com adubação fosfatada.

Referências

BORGHI, E.; MELLO, L.M.M. de; CRUSCIOL, C.A.C. Adubação por área e por planta, densidade populacional e desenvolvimento do milho em função do sistema de manejo do solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.26, p.337-345, 2004.

CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M.A.R.; MAGALHÃES, P.C. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 517p.

DAVIDSON, E.A.; SÁ, T.D. de A.; CARVALHO, C.J.R.; FIGUEIREDO, R. de O.; KATO, M. do S.A.; KATO, O.R.; ISHIDA, F.Y. An integrated greenhouse gas assessment of an alternative to slash-and-burn agriculture in eastern Amazonia. **Global Change Biology**, v.14, p.998-1007, 2008.

DENICH, M.; VIELHAUER, K.; KATO, M. DO S.A.; BLOCK, A.; KATO, O.R.; SÁ, T.D. DE A.; LÜCKE, W.; VLEK, E.P.L.G. Mechanized land preparation in forest-based fallow systems: The experience from Eastern Amazonia. **Agroforestry Systems**, v.61-62, p.91-106, 2004.

DENICH, M.; VLEK, P.L.G.; SÁ, T.D. DE A.; VIELHAUER, K.; LUCKE, W. A concept for the development of fire-free fallow management in the Eastern Amazon, Brazil. **Agriculture, ecosystems and environment**, v.110, p.43-58, 2005.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.

HARGER, N.; BRITO, O. R.; RALISCH, R.; ORTIZ, F. R.; WATANABE, T. S. Avaliação de fontes e doses de fósforo no crescimento inicial do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v.28, p.39-44, 2007.

KATO, M. DO S.A.; KATO, O.R.; DENICH, M.; VLEK, P.L.G. Fire-free alternatives to slash-and-burn for shifting cultivation in the eastern Amazon region: the role of fertilizers. **Field Crops Research**, v.62, p.225-237, 1999.

KATO, M. DO S.A.; KATO, O.R.; JESUS, C.C. DE; RENDEIRO, A.C.L. **Genótipos de milho para plantio em sistemas de corte e trituração**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 3p.(Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 65).

KATO, O.R.; KATO, M. DO S.A.; VIELHAUER, K.; BLOCK, A.; JESUS, C.C. **Cultivo do milho em sistemas de corte e trituração da capoeira na região nordeste do Pará – efeito da época do preparo de área**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 18p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 19).

REIS, E. M.; FORCELINI, C. A. Controle cultural. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, L. (Ed). **Manual de fitopatologia**. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1, p.710-716.

SILVA, P.C.G.; FOLONI, J.S.S.; FABRIS, L.B.; TIRITAN, C.S. Aproveitamento de nitrogênio pelo milho, em razão da adubação verde, nitrogenada e fosfatada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.118-127, 2009.