

**SERLIETE DE CARVALHO MENDES**

**DISTRIBUIÇÃO DE BIOMASSA E DE NUTRIENTES EM PLANTIOS  
COMERCIAIS DE BAMBU (*Bambusa vulgaris* Schrad. ex Wendl.) NO NORDESTE  
DO BRASIL**

**RECIFE  
Pernambuco – Brasil  
Maio – 2005**

**SERLIETE DE CARVALHO MENDES**

**DISTRIBUIÇÃO DE BIOMASSA E DE NUTRIENTES EM PLANTIOS  
COMERCIAIS DE BAMBU (*Bambusa vulgaris* Schrad. ex Wendl.) NO NORDESTE  
DO BRASIL**

**Dissertação apresentada à Universidade Federal  
Rural de Pernambuco, para obtenção do título de  
Mestre em Ciências Florestais, Área de  
Concentração: Silvicultura.**

**Orientador: Prof<sup>o</sup> DSc. Silmar Gonzaga Molica**

**Co-orientador: Prof<sup>o</sup> DSc. Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira**

**RECIFE  
Pernambuco – Brasil  
Maio - 2005**

Catálogo na fonte  
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central

T  
M538d  
2005  
Mendes, Serliete de Carvalho  
Distribuição de Biomassa e de Nutrientes em Plantios Comerciais de  
Bambu (*Bambusa vulgaris* Schrad. ex Wendl.) no Nordeste do Brasil /  
Serliete de Carvalho Mendes – 2005.  
53 f.: il.

Orientador: Silmar Gonzaga Molica  
Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal  
Rural de Pernambuco – Departamento de Ciência Florestal.  
Bibliografia

CDD 634.95

1. Ciência Florestal
  2. Silvicultura
  3. Bambu
  4. Produção de Biomassa
  5. Espaçamento
  6. Relação Solo-Planta
  7. Nutrição Mineral
- I. Molica, Silmar Gonzaga
  - II. Título

## **DEDICATÓRIA**

A DEUS, por todo o amor e a generosidade que tem pela humanidade. A meus pais, que não tiveram a oportunidade de realizar estudos, mas que cuidaram para que seus filhos tivessem esta oportunidade. A todos professores, que acolhem os filhos de todos para orientar da melhor forma possível. Aos verdadeiros amigos, que são eternos.

## BIOGRAFIA DA AUTORA

Serliete de Carvalho Mendes é natural de Araripina – PE, filha de Josué Mendes Machado e Josefã de Carvalho Mendes.

Em 1991, obteve Bacharelado em Agronomia.

Em 1995, cursou Especialização em Silvicultura, na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Em 1996, cursou Especialização em Conservação do Solo, na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Durante os anos de 1997 a 1999, cursou Leadership for Environment and Development (LEAD), oferecido pela Rockefeller Foundation.

Desde 2000, é funcionária efetiva da Autarquia Educacional do Araripe (AEDA), em Araripina - PE.

Em 2003, ingressou no Mestrado em Ciências Florestais, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, por minha existência.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), pela oportunidade para realização do Curso de Mestrado em Ciências Florestais.

A Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela oportunidade de realização de Mestrado em Ciências Florestais.

A Prefeitura Municipal de Araripina, pela liberação pelo tempo necessário para a realização do Curso de Mestrado em Ciências Florestais.

Ao professor orientador DSc. Silmar Gonzaga Molicca, pela orientação e apoio.

Ao conselheiro DSc. Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira, pela orientação nas análises estatísticas.

A banca examinadora, DSc. Paulo César Fernandes Lima, DSc. Lúcia de Fátima de Carvalho Chaves e DSc. Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira, pelas sugestões.

Aos professores do Curso de Mestrado em Ciências Florestais, que, durante todo o curso, contribuíram com suas orientações.

A Engenheira Florestal Janafina de Oliveira Barros, pela cooperação nos trabalhos de campo e de laboratório.

A Agrimex Florestal Excelsior S. A., nas pessoas de Dr. Osmarino Borges Filho e Msc. Gérman Hugo Gutierrez Céspedes, pelo apoio financeiro e de infra-estrutura para realização do trabalho.

Aos funcionários da Agrimex Florestal Excelsior S. A., Arquimedes Manuel da Silva, Antônio Bernardo de Lima e Severino Graciano da Silva Neto, pela cooperação durante as coletas em campo.

## RESUMO

Foram estudadas a distribuição de biomassa e de nutrientes e a eficiência nutricional em três povoamentos comerciais de *Bambusa vulgaris*, cultivados em solo arenoso, no Engenho Mamoaba, em Pedras de Fogo-PB. Dois dos povoamentos foram selecionados em terreno plano, com diferentes áreas úteis para touceiras e, o terceiro, em terreno inclinado, com área útil para touceiras similar à do povoamento I, que era mais denso. Na rotação adotada, um ano após o último corte raso, em cada povoamento, foram estabelecidas três parcelas de 15 x 15 m. A análise do solo foi feita para cada parcela, por amostragem composta em três profundidades. Em cada parcela, foram decompostas três touceiras de porte médio e pesados galhos, folhas, colmos velhos, colmos novos e rizoma. A manta orgânica foi pesada por povoamento, como amostra composta de 15 sub-amostras, de 50 x 50 cm. Amostras de cada componente de biomassa foram colhidas em sacos de papel, pesadas, secadas em estufa e novamente pesadas para estimativa do peso de biomassa seca, e usadas para análise de N, P, K, Ca e Mg. Para cada componente de biomassa, a biomassa seca, o conteúdo de nutrientes e a razão biomassa seca / conteúdo de nutrientes foram analisadas considerando o delineamento inteiramente ao acaso, com três tratamentos (povoamentos), três repetições (parcelas) e três plantas por parcela. A declividade elevou a produção de biomassa. O maior densidade de plantas não afetou a produção de biomassa comercial, mas elevou a biomassa total, em razão da biomassa do rizoma. Maior absorção de P, K e Ca ocorreu no povoamento em declive, por causa da maior produção de biomassa. Mais alta densidade de plantas elevou a absorção de K mas não afetou o conteúdo de nutrientes na biomassa aérea comercial. O K é o nutriente mais exportado, pelo seu alto conteúdo na parte aérea. A eficiência de utilização de nutrientes na biomassa total e comercial não variou entre povoamentos, sendo a eficiência de absorção mais decisiva na produção. A quantidade de nutrientes devolvidas ao solo pelas folhas não variou entre povoamentos, mas, em média, é importante, em especial para N. A reposição de nutrientes não compensa exportação, em colmos e galhos, tornando a fertilização essencial, principalmente para o K, que, devido ao alto conteúdo, é mais exportado, sendo especialmente importante na adubação N, P, K. A quantidade de nutrientes na manta orgânica pode variar entre povoamentos, sendo maior no povoamento em declive e para N. A eficiência de utilização de nutrientes na manta orgânica variou apenas para N, que é elemento chave na decomposição. O rizoma exibiu os maiores conteúdos de nutrientes, em relação a cada componente de biomassa. O N é o nutriente que tem uso menos eficiente no rizoma, devido ao seu relativamente alto conteúdo.

MENDES, SERLIETE DE CARVALHO. Biomass and Nutrient Distribution in Comercial Crops of Bamboo in Northeastern of Brazil. 2004. Adviser: Silmar Gonzaga Molica. Comitê: Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira.

### ABSTRACT

Were studied biomass and nutrient distribution and the nutritional efficiency in three comercial stands of *Bambusa vulgaris*, cropped in sand soil, in Pedras de Fogo-PB-Brazil. The stands I and II were selected in plain topography e with diferents growth areas for clumps and the stand III was selected in declived topography area but had growth area for clumps similar to stand I, with more density. In the cut age, one year after the last harvest, in each stand, were sampled three 15 x 15 m plots. The soil analysis was made by each plot, by composite sampling in three sample depths. In each plot, were decomposed three medium and wheghted twigs, leaves, old and new culms and rizome. The litter layer was weighteds by stand, by one composed sampling of 15 subsamples of 50 x 50 cm. Samples of each biomass component were harvesteds in paper bags, weighteds, dryeds, and newly weighteds for dry biomass estimating, and used for N, P, K, Ca and Mg analysis. For each biomass component, the dry biomass, the nutrient content and dry biomass / nutrient content ratio were analysed considering compleat radomized design, with three stands, three plots and three clumps by plot. The declived topography grows the biomass production. The minor spacement do not grows the comecial dry biomass production but grows the comercial dry biomass production, in response to rizome dry biomass. There were more higher K, Ca and P absorption in stand with declivity, for more biomass production. Due early harvest, more higher plant density grows the K absotrion, but do not affeted the nutrient content in comercial dry biomass. The K was the most exportated nutrient due your more higher content. The nutrient utilization efficiency in total and comercial biomass do not varied with stand, because the absorption efficiency is more important in production. The nutrients in leaves for reposition int the soil in short cut do not varied with stands, but, in average, is more important for N. The nutrient reposition in leaves do not compenses the exportation in culms and twigs, being the fertilization essential, especialy for K, wich, due high content, is more exportated and essential in N, P, K application. The nutrients in litter was biggest for stand in declive and for N. The nutrient utilization efficiency in litter varied only for N, that facilits decomposition. The rizome shows higher nutrient contents than other biomass components. The N is the nutrient with more lower utilization efficiency, due your higher content.

## ÍNDICE

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS .....	12
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	13
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
DISTRIBUIÇÃO DE BIOMASSA EM PLANTIOS COMERCIAIS DE BAMBU ( <i>Bambusa vulgaris</i> ) NO NORDESTE DO BRASIL .....	25
1. Resumo .....	25
2. Abstract .....	26
3. Introdução .....	27
4. Material e Métodos .....	28
5. Resultados e Discussão .....	31
6. Conclusões .....	35
7. Referências Bibliográficas .....	36
ABSORÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE NUTRIENTES EM PLANTIOS COMERCIAIS DE BAMBU ( <i>Bambusa vulgaris</i> ) NO NORDESTE DO BRASIL .....	38
1. Resumo .....	38
2. Abstract .....	39
3. Introdução .....	40
4. Material e Métodos .....	41
5. Resultados e Discussão .....	45
6. Conclusões .....	52
7. Referências Bibliográficas .....	53

## 1. INTRODUÇÃO

O bambu é uma planta de grande utilidade doméstica e industrial, sendo importante alternativa para a produção de biomassa, particularmente para o Brasil, país que intensamente usa biomassa para produção de papel e energia (Britto et al., 1997).

Morfologicamente, o colmo de bambu, principal componente utilizado da planta, tem tecido parenquimatoso constituído de fibras e vasos. As fibras são longitudinalmente dispostas em forma de feixes em relação ao eixo dos colmos, em uma estrutura bastante compacta, com completa ausência de raios. O sistema circulatório ascendente e descendente é restrito aos vasos e aos lumens das fibras, respectivamente, principalmente na região mais externa do colmo (Gomide et al., 1981).

Segundo Montalvão et al. (1984), as presenças de fibras e amido em colmos são as principais propriedades tecnológicas do bambu. Esses componentes caracterizam o uso industrial do bambu, como matéria-prima fibrosa, para produção de celulose para fabricação de papel, e, energética, para produção de amido e etanol (Azzini e Beraldo, 2000).

A espécie que apresenta maiores áreas de plantio no Brasil é *Bambusa vulgaris* Schrad. ex Wendl., principalmente na região Nordeste, que tem a maior área plantada do mundo, nos Estados do Maranhão, Paraíba e Pernambuco. *Bambusa vulgaris* é, portanto, uma planta essencial ao desenvolvimento florestal do Nordeste brasileiro, usada como matéria prima industrial para a produção de celulose e papel de fibra longa, que exhibe maior resistência para uso em embalagens (Bonilla, 1991).

As poucas pesquisas sobre bambu no Brasil foram dirigidas para as suas características morfológicas e químicas, priorizando a definição de aplicações tecnológicas industriais, para caracterizar e tornar o seu uso mais eficiente. Apesar do alto potencial produtivo, há poucas pesquisas em silvicultura e manejo. Assim, a produção de biomassa por unidade de área e tempo é pouco estudada no Brasil. Isso é preocupante, pois a crescente demanda de papel de fibras de bambu requer a elevação da produtividade, implicando decisões sobre espécies, variedades e clones cultivados, tipo de solo, espaçamento e idade de corte (Bonilla, 1991).

Para suprir o aumento da demanda no Nordeste do Brasil, além de procurar elevar a área de cultivo, tem-se, o que é mais crítico, reduzido o ciclo de corte raso, que era de 2,5 anos, para apenas um ano, o que, acrescido da falta de tratamentos culturais, pode acarretar a deterioração paulatina da produtividade e da sobrevivência das touceiras dos plantios de bambu, pela exportação de nutrientes.

Segundo Kleinhenz e Midmore (2001), a demanda mundial de produtos de bambu está começando a superar o suprimento, levando a superexploração e exaustão dessa essência, resultado populações desreguladas ou esgotadas. Assim, tem havido declínio da produção mundial de bambu, em particular nas Filipinas, Indonésia e, principalmente, na Índia, onde grandes indústrias dependem do suprimento de bambu, normalmente a partir de estoques naturais. O manejo e a colheita inadequados resultam distúrbios do solo, na forma de redução do conteúdo de nutrientes na solução e na fração orgânica do solo, pela exportação de nutrientes na biomassa explorada. Assim, um dos principais objetivos da pesquisa científica do bambu é o aumento da produtividade, pela melhoria do manejo do crescimento e do ambiente de crescimento das plantas, para manutenção da produtividade das plantas e do sítio de cultivo. Porém, há poucos estudos nutricionais, abrangendo a eficiência de absorção de água e nutrientes do solo e sua utilização pelas plantas na produção de biomassa.

O estudo da eficiência nutricional na absorção e utilização de nutrientes é essencial ao manejo intensivo sustentado. Como tem base em características fisiológicas, geneticamente controladas, em espécies, variedades e indivíduos, a eficiência nutricional, além de específica para cada nutriente, interage com tipo de solo, espaçamento e idade de corte. Assim, para maximizar a adaptação a solos fracos e minimizar a exportação e a necessidade de reposição de nutrientes, mantendo a fertilidade do solo e a produtividade ao longo de rotações, o manejo adequado de espécies florestais requer a observação rigorosa da produtividade e da eficiência nutricional (Poggiani, et al., 1983; Barros et al., 1986).

## 2. OBJETIVOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Engenho Mamuaba, localizado no município de Pedras de Fogo-PB, pertencente à Empresa Agrimex Agro-Industrial Mercantil Excelsior S/A, com o objetivo geral de estudar a distribuição de biomassa e de nutrientes e avaliar a eficiência nutricional, em plantios comerciais de *Bambusa vulgaris*, com o intuito de subsidiar esquemas de adubação e o manejo da produção.

O objetivo específico foi avaliar os efeitos dos fatores mais críticos no atual manejo dessa espécie, a densidade de plantas, a idade de colmos e a declividade do terreno.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE BIOMASSA

A avaliação da biomassa é instrumento essencial na exploração racional de ecossistemas e sistemas agrários, pelo uso no estudo da produtividade e da aquisição, conversão e ciclagem de nutrientes, com base no uso de energia solar, água e elementos minerais. Também pode ser usada na análise de impactos sobre os nutrientes do sítio de cultivo, de variáveis relacionadas com o ambiente e da exploração florestal (Campos, 1991).

Schumacher (1996) cita que cerca de 90% da biomassa da terra está contida nos ecossistemas florestais, cobrindo aproximadamente 40% da superfície.

Dados sobre a distribuição de biomassa e de nutrientes entre os vários componentes da parte aérea ou do sistema radicular, em uma seqüência de idades, auxiliam na tomada de decisão sobre a idade de rotação e sobre os componentes de biomassa explorados, orientando a reposição de nutrientes (Reis et al., 1985).

A estimativa da produção de biomassa de povoamentos florestais é feita por amostragem, estabelecendo parcelas de inventário em povoamentos sob diferentes condições, selecionando árvores amostrais (com freqüência, apenas uma por parcela), subdividindo-as e pesando seus vários componentes de parte aérea ou subterrânea, a campo, obtendo-se subamostras para secagem e estimativa do peso de biomassa seca (Soares, 1995).

A biomassa seca total de árvores é medida como o somatório dos pesos de matéria seca dos vários componentes das plantas, podendo ser expressa por unidade de área e de tempo (Raven et al., 1992).

Em geral, a distribuição relativa de biomassa aérea das espécies florestais tem a seguinte ordem decrescente: madeira > casca > galhos > folhas (Moura, 1999).

Como uma das expressões de produtividade, o acúmulo de biomassa é diferente em cada local em que é determinada, como reflexo da variação causada por diversos fatores inerentes ao genótipo das plantas e ao ambiente (Percira et al., 1997).

Segundo Bellote et al. (1980), o aumento da idade das plantas eleva a biomassa de caule e reduz a biomassa de outros componentes das plantas. Conforme Rezende et al. (1983), sob espaçamentos mais estreitos, há maior produção de biomassa, mas o diâmetro médio das plantas é reduzido. Para Teixeira (1987), a declividade pode induzir o carreamento de nutrientes pela água da chuva, elevando a produtividade em áreas mais baixas.

### 3. 2. AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA NUTRICIONAL

Segundo Reis e Barros (1990), a eficiência nutricional de genótipos cultivados é um dos aspectos que mais afetam o ciclo biogeoquímico de nutrientes em ecossistemas naturais e cultivados (Figura 1).

Assim, segundo Barros et al. (1990), a avaliação da eficiência nutricional em genótipos selecionados para cultivo é essencial em importantes aspectos silviculturais, como: a) escolha de solos onde ocorre melhor adaptação; b) redução do uso de fertilizantes, pela maior adaptabilidade a solos problemáticos; c) aumento da eficiência de aquisição e uso de nutrientes aplicados, elevando a produtividade em solos marginais; d) redução da tendência à exaustão de nutrientes por exportação durante ciclos de cortes curtos em cultivos intensivos.

No uso da eficiência nutricional de plantas para obtenção de alta produtividade e de economia de nutrientes deve ser considerada a interação de fatores, como nutriente(s) mais limitante(s), custo de fertilizantes, fertilidade do solo e clima (Molica, 1992).

A eficiência nutricional é determinada por mecanismos fisiológicos geneticamente controlados que afetam a absorção e a utilização de nutrientes. Essa eficiência afeta a adaptabilidade das plantas, se manifestando como interação genótipo x nutriente e, por consequência, interação genótipo x ambiente (Sáric, 1981).

Assim, a eficiência nutricional na constituição de componentes de biomassa tem sido avaliada comparativamente entre espécies, variedades, híbridos e clones. Também tem se constatado que, como característica adaptativa, a eficiência nutricional varia com a idade das plantas, com o espaçamento, com condições ambientais, como fertilidade e declividade da área de cultivo, e com práticas de manejo (Barros et al., 1990).

Do ponto de vista nutricional, um genótipo superior é aquele capaz de crescer e produzir bem sob condições desfavoráveis de fertilidade do solo, tendo a capacidade de absorção dos nutrientes necessários, em baixa disponibilidade, e, ou de utilização e distribuição mais eficaz nos diversos componentes das plantas (Moura, 1999).

Alta eficiência nutricional para um nutriente não implica eficiência para outros nutrientes, pois mecanismos de eficiência são específicos para cada nutriente (Graham, 1984).

Embora produzida por mecanismos morfológicos ou fisiológicos adaptativos, por simplicidade e aplicabilidade a campo, a eficiência nutricional tem sido avaliada pela eficiência de absorção e de utilização de nutrientes para composição de componentes da biomassa, com base no conteúdo de nutrientes na biomassa produzida e na razão biomassa produzida / conteúdo nutrientes, sob condições de fertilidade conhecida (Sáric, 1983).



**Figura 1.** Representação Gráfica Esquemática de Três Etapas do Ciclo Biogeoquímico de Nutrientes no Ecossistema, Incluindo Ganhos e Perdas, a Partir de Descrições de Reis e Barros, 1990.

### 3. 2. 1. EFICIÊNCIA DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES

A eficiência na absorção de determinado nutriente é a capacidade de aquisição de um nutriente sob condições de baixa disponibilidade no solo. Esta eficiência pode ser inferida por alto conteúdo na biomassa total de plantas sob condições que restringem a absorção, que é o somatório dos diferentes conteúdos em compartimentos da planta, que têm diferentes concentrações (Sáric, 1983), sendo, em geral, folhas > cascas > ramos > lenho (Moura, 1999).

Essa eficiência é essencial em plantas cultivadas em solos que restringem a absorção, como déficit hídrico, baixa fertilidade, alta acidez, alto teor de alumínio ou de outros íons tóxicos, alta salinidade. Esta eficiência também eleva a recuperação de fertilizantes e é importante se o potencial de produção de matéria seca é alto (Novais et al., 1990).

A eficiência de absorção pode estar relacionada com arquitetura de raízes facilitando acesso a nutrientes; solubilização de nutrientes pelas plantas, por exudação de substâncias químicas que modificam a interface raiz-solo; elevação da absorção de nutrientes, como P e N, pela planta, por associação simbiótica com micorriza ou bactéria; tolerância a problemas na solução do solo, como baixo pH, altos níveis de alumínio ou de sais; mais rápida taxa efetiva de absorção nas raízes sob baixas concentrações de nutrientes (Barros et al., 1990).

### 3. 2. 2. EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DE NUTRIENTES

A eficiência na utilização de nutrientes é a capacidade de utilização de nutrientes na síntese de biomassa, que tem sido avaliada pelo coeficiente de utilização biológico (CUB), que é a razão entre a biomassa e o conteúdo do nutriente na biomassa (Barros et al., 1986).

Alta eficiência de utilização de um nutriente é caracterizada por um CUB mais alto, pela produção de alto número de unidades de matéria seca por unidade de nutriente absorvido. Isto não implica necessariamente alta produtividade, pois plantas com pouca biomassa podem conter muito baixas quantidades de elementos químicos (Chapin III, 1984).

Assim, genótipos mais produtivos com baixos teores de nutrientes na biomassa são desejáveis, por terem menor exigência do nutriente ou maior conversão do nutriente em biomassa, além de alocarem menor quantidade em componentes explorados da biomassa, reduzindo exportações do nutriente do sítio de cultivo (Chapin III, 1984).

Os mecanismos de eficiência de uso de nutrientes são rápido e eficaz transporte no xilema, assimilação na produção de biomassa e redistribuição interna entre componentes das plantas (Graham, 1984).

### 3.3. CRESCIMENTO DO BAMBU

Quanto ao tipo de crescimento, há dois grupos de espécies de bambu: entouceirantes (paquimorfos) e alastrantes (leptomorfos). As entouceirantes são a maioria das espécies tropicais ou subtropicais que não adaptam bem a baixas temperaturas, como as dos gêneros *Bambusa*, *Dendrocalamus*, *Thyrsostachys* e *Guandua*. O gênero *Bambusa* forma touceiras densas, com cerca de 15 m de altura, colmos de 5 a 10 cm de diâmetro e entrenós de 24 a 40 cm de comprimento (Salgado, 1987).

*Bambusa vulgaris* é do grupo entouceirante por ter rizoma paquimorfo, cespitoso e simpodial, com internódios relativamente curtos, grossos e sólidos, com raízes na parte inferior. Esses rizomas têm 4 a 14 gemas laterais em forma de círculo ou de semi-esfera, que só desenvolvem novos rizomas, que crescem na horizontal e logo se curvam para cima, gerando novos colmos, embora a maioria das gemas seja dormente. Sucessivamente, em processo contínuo, uma gema do rizoma se ativa, formando outro rizoma, e assim os colmos nascem periféricamente formando touceiras, que dispensam replantios (Salgado, 1987).

Assim, o crescimento é caracterizado pelo desenvolvimento vegetativo definido pela reprodução assexual, de rizomas, que geram colmos lenhosos e ocos, com ramos, galhos e folhas. A velocidade de crescimento dos colmos pode superar 0,50 m em 24 horas, produzindo, em relação a espécies arbóreas, mais biomassa por unidade de área, em ciclos curtos de colheita de 2 a 3 anos, sendo importante dreno de carbono (Salgado, 1987).

A produção do bambu depende do crescimento, que inclui as variáveis dependentes: número de touceiras/ha, número de colmos por touceira e diâmetro e altura de colmos. Assim, a produção é estimada pela biomassa produzida (Bonilla, 1991).

Segundo Kleinhenz e Midmore (2001), o crescimento do bambu não explorado pode ser descrito por curva sigmóide. Há formação de cada vez mais colmos, mais altos e grossos, até a máxima produtividade das espécies sob específicas condições de espaçamento, chuva e fertilidade, até 3-5 anos, quando, a baixo e acima do solo, há estagnação e decréscimo da taxa de crescimento anual, por limite de espaço e fatores de crescimento, gerando colmos mal formados, estacionados ou mortos. Em bambus simpodiais, a biomassa abaixo do solo foi 34% rizomas e 66% raízes e, acima do solo, 77% colmos, 13% galhos e 10% folhas. O cultivo de solo pobre reduz acúmulo de biomassa total, que é concentrada abaixo do solo.

A biomassa de bambu manejado varia entre grupos, espécies, clones, espaçamentos, locais de cultivo, idades e épocas de colheita, de 10-24 t de colmos/ha/ano (Bonilla, 1991).

A produtividade do bambu pode ser afetada pela colheita, que pode controlar a estrutura de idade de colmos e a densidade de colmos:

#### . Estrutura de idade de colmos

A estrutura de idade de colmos afeta o grau de maturidade dos colmos.

Colmos muito jovens ou muito velhos contribuem pouco para a produção de biomassa. Assim, em populações jovens, a produtividade depende mais de colmos maduros e, em populações velhas, a produtividade depende mais de colmos jovens (Liese e Weiner, 1995).

Em populações jovens, sem fechamento das copas, o crescimento não é limitado pela idade de colmos e, assim, alto número de colmos eleva a área foliar total e a exposição ao sol. Já em populações mais velhas, o crescimento é limitado por menor eficácia de absorção e transporte ou de assimilação e distribuição de nutrientes (Zhang, 1994).

A estrutura de idade de um povoamento de bambu pode ser manejada por: a) corte seletivo de colmos com idade específica; ou b) ciclo de corte raso fixo, em que ciclo curto mantém mais colmos jovens e ciclo longo mantém mais colmos velhos, afetando a capacidade fotossintética da copa (Virtucio, 1996).

#### . Densidade de colmos

Embora a densidade de plantio do bambu seja importante, um baixo número de touceiras pode ser compensado por alto número de colmos por touceira. Assim, a densidade em populações de bambu também depende da "densidade de colmos", que é o número de colmos por unidade de área (Siddiqui, 1994).

Para Sagwal (1987), alta população de colmos eleva a produção total mas reduz o diâmetro dos colmos e baixa população de colmos reduz a produção total mas eleva o diâmetro dos colmos. Em alta densidade de colmos, a produção e o diâmetro de colmos diminuem com aumento da densidade de colmos. Em baixa densidade de colmos, a produção e o diâmetro de colmos crescem com a densidade de colmos. Assim, a produção e o diâmetro são máximos sob ótima densidade de colmos.

Isso varia com espécie, produto e sua qualidade, idade do plantio e sítio de cultivo. A densidade ótima de colmos pode ser mais alta em espécies de colmos mais finos e em plantações jovens. A densidade ótima é mais baixa em sítios mais férteis ou sob menor intensidade de práticas culturais (Hu et al, 1995).

### 3. 4. CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DO BAMBU

Segundo Kleinhenz e Midmore (2001), as características nutricionais do bambu são:

#### 1. Absorção de Nutrientes

As raízes do bambu são concentradas nos horizontes A e B, nos 30-40 cm superficiais do solo, região com maior aeração, mais rápida mineralização e maior eficiência de absorção de nutrientes mineralizados ou aplicados, por raízes finas, reduzindo perdas por lixiviação ou volatilização. As raízes são raras a 60 cm de profundidade. Pela baixa profundidade de raízes com alta eficiência de absorção, a dependência do bambu pela disponibilidade de água é alta.

Sob declividade moderada, a erosão do solo é reduzida pela profusão de raízes alocadas superficialmente. Porém forte inclinação pode reduzir a produção, pois, como brotos novos de bambus entouceirantes são mais altos que brotos anteriores, o rizoma é confinado a volume de solo cada vez menor, sendo cada vez mais alto e exposto à erosão.

Solos argilosos, mais densos, parecem menos apropriados para a produtividade do bambu, dificultando o crescimento de componentes subterrâneos das plantas, embora a capacidade de armazenagem de água em solos porosos possa ser problemática.

A propriedade química do solo mais importante para o bambu é a disponibilidade de nutrientes, em particular se supridos por matéria orgânica. Provavelmente, bambu é mais adaptado e produtivo em solo com pH ligeiramente ácido ou neutro, que alcalino ou salino.

#### 2. Translocação de Nutrientes Absorvidos

O colmo de bambu, em geral oco, é um tecido parenquimatoso composto de fibras e vasos, com ausência de raios. As fibras são dispostas como feixes longitudinais compactos. O sistema circulatório, muito eficaz, é localizado na região mais externa do colmo, sendo que o movimento ascendente ocorre nos vasos e, o descendente, nos lumens das fibras.

#### 3. Assimilação de nutrientes

A capacidade fotossintética do bambu depende da área, idade, vida útil e biomassa de folhas; da idade e da posição do colmo na touceira e do estado nutricional da planta, variando com espaçamento e estação do ano, em razão de condições de luz, temperatura e umidade.

#### 4. Distribuição de assimilados

O conteúdo de nutrientes em tecidos de bambu varia muito, mas, em geral, há o gradiente: folhas > colmos > rizomas > galhos. Assim, com apenas 7-10% de biomassa, folhas têm altos conteúdos de nutrientes, em especial de N, e, por baixa biomassa, galhos têm baixos conteúdos. O conteúdo de nutrientes varia abaixo e acima do solo. O K está mais presente em colmos, acima do solo, e N está mais presente em rizomas, abaixo do solo. As folhas têm mais altos conteúdos de N.

O conteúdo de nutrientes em colmos é superior ao de rizomas, sustentando que estes não são principais órgãos de armazenagem primária. Em solos menos férteis, a biomassa total é menor e mais concentrada abaixo do solo.

Colheita de biomassa causa exportação de nutrientes, conforme o conteúdo em partes exploradas, colmos e galhos, reduzindo a produção em solos tropicais e subtropicais com poucas fontes minerais para intemperização, deficientes em nutrientes e sujeitos à lixiviação, volatilização e erosão. Induzindo necessidade de adubação, a exportação de nutrientes é útil no cálculo da adubação e da idade e da intensidade ótimas de corte.

A ordem de distribuição de N, P, K na biomassa total, em média, exprime a razão 7 K : 6 N : 1 P (324 : 288 : 44 kg/ha, em rotações de 3 a 5 anos). Assim, K, seguido de N, é o nutriente mais presente, sendo, em geral, mais eficientemente usado e mais requerido na formulação da adubação.

#### 5. Retranslocação de Nutrientes

A armazenagem de energia e de nutrientes não ocorre em rizomas, com se supõe, mas em colmos com mais de um ano, com fotossíntese corrente líquida, e é transitória, pelo rápido dreno por intenso crescimento do bambu e absorção a partir da manta orgânica decomposta.

Colmos jovens, por baixa capacidade fotossintética, importam energia e nutrientes de colmos mais velhos, por translocação ou retranslocação. Colmos muito velhos têm menos intenso trânsito de nutrientes e de energia, por impregnação do sistema circulatório por substâncias que reduzem a condutividade.

Assim, rotação muito curta eleva a exportação de nutriente. Para reduzir exportação de nutrientes e elevar a proporção de fibras, o corte deve ocorrer a partir de um ano, mas antes da impregnação dos colmos com substâncias redutoras da condutividade e em época posterior a retranslocação de nutrientes

## 6. Deposição e Decomposição de matéria orgânica

A decomposição e temporária imobilização de nutrientes por organismos do solo requer 1 a 4 anos para equilíbrio da matéria orgânica passando de intacta, a fragmentada e decomposta, sob ação de fatores como relação C : N do material e umidade, temperatura e oxigenação do solo.

A biomassa devolvida ao solo, folhas e raízes, é importante reservatório de nutrientes, apesar de, freqüentemente, não equilibrar o conteúdo exportado em colmos e galhos. Assim, técnicas como cobertura verde ou morta com leguminosas, adubação orgânica e aração podem melhorar as características físicas e químicas do solo, como insolação, evaporação, retenção de umidade, infestação de ervas, lixiviação, erosão e capacidade de troca catiônica. Porém, decomposição de matéria orgânica verde incorporada ao solo pode dificultar a assimilação de nutrientes, pela elevação da temperatura e acidez do solo.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZZINI, A.; BERALDO, A. L. Determinação de fibras celulósicas e amido em cavacos laminados de três espécies de bambu gigante. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 57, p. 45-51, 2000.
- BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; CARMO, D. N.; NEVES, J. C. L. Classificação nutricional de sítios florestais - descrição de uma metodologia de sítios florestais - descrição de uma metodologia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 10, n. 1, p. 112-20, 1986.
- BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L. Fertilização e correção do solo para o plantio de eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Eds.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Ed. Folha de Viçosa, p. 1-24, 1990.
- BELLOTE, A. F. J.; SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. et al. Extração e exportação de nutrientes pelo *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em função da idade. I: macronutrientes. **Instituto de Pesquisas Florestais - IPEF**, Piracicaba, n. 20, p.1-23, 1980.
- BONNILA, O. H. **Análises quantitativas da produção de *Bambusa vulgaris* Scharder ex Wendland for. *vulgaris* no Estado da Paraíba**. Recife: UFRPE, 1991. 95 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1991.
- BRITTO, J. O.; TOMASELLO FILHO, M.; SALGADO, A. L. B. Produção e caracterização do carvão vegetal de espécies e variedades de bambu. **Instituto de Pesquisas Florestais - IPEF**, Piracicaba, v. 36, p. 13-17, 1997.
- CAMPOS, M. A. A. **Balanço de biomassa e nutrientes em povoamentos de *Ilex paraguariensis*, avaliação na safra e na safrinha**. Curitiba: UFRPR, 1991. 106p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, 1991.
- CHAPIM III, F. S. Ecological aspects of plant mineral nutrition. In: TINKER, P. B.; LANCHLI, A. (Eds.). **Advances in plant nutrition**. New York: Praeger Publishers, 1984. v. 3. p. 161-90.
- GOMIDE, J. L., COLODETTE, J. L.; OLIVEIRA, R. C. Influência da idade da *Bambusa vulgaris* nas suas características químicas e anatômicas, visando a produção de polpa celulósica. In: CONGRESSO ANUAL DA ABPC, 14, 1981. **Anais...** São Paulo: ABCP, 1981, v. 1, p. 5-29.
- GRAHAM, R. D. Breeding for nutritional characteristics in cereals. In: TINKER, P. B.; LANCHLI, A. (Eds.). **Advances in plant nutrition**. New York: Praeger Publishers, 1984. p. 57-102.
- HU, X. Q.; WANG, J. P., ZHANG, X. M.; AN, Q. N.; ZHANG, X. Density and rotation in *Phyllostachys pubescens*. **Journal of Bamboo Research**, Hangzhou, China, v. 3, p. 36-45, 1995.
- KLEINHENZ, V.; MIDMORE, D. J. Aspects of bamboo agronomy. **Advances in Agronomy**, Canberra, v. 74, p 99-149, 2001.

- LIESE, W.; WEINER, G. Ageing of bamboo culms. A review. **Wood Science and Technology**, Berlin, v. 3, p. 77-89, 1995.
- MOLICA, S. G. **Produção de biomassa e eficiência nutricional de híbridos interespecíficos de eucalipto, em duas regiões bioclimáticas de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1992. 84 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1992.
- MONTALVÃO FILHO, A.; GOMIDE, J. L.; CONDÊ, A. R. Variabilidade da constituição química e das características dimensionais das fibras de *Bambusa vulgaris*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 8, n. 1, p.12-27, 1984.
- MOURA, O. N. **Distribuição de Biomassa, nutrientes e eficiência nutricional em povoamentos de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.)**. Recife: UFRPE, 1999. 52 p. Dissertação (Mestrado em Solos) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1999.
- NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Nutrição mineral do eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Eds). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Ed. Folha de Viçosa, p. 25-98, 1990.
- PEREIRA, J. C.; SCHUMACHER, M. V.; HOPE, J. C. et al. Produção de biomassa em um povoamento de *Acácia mearnsii* de Wild.no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 4, p. 521-526, 1997.
- POGGIANI, F.; COUTO, H. T. Z.; SUTTER FILHO, E. Biomass and nutrient in short rotation intensively cultured plantation in short rotation of *Eucalyptus grandis*. **IPEF**, Piracicaba, v. 23, p.37-42, 1983.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1992. 728 p.
- REIS, M. G. F.; KIMMINS, J. P.; RESENDE, G. C. et al. Acúmulo de biomassa em uma seqüência de idade de *Eucalyptus grandis*, plantado no cerrado em duas áreas com diferentes profundidades. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 9, n. 2, p. 149-162, 1985.
- REIS, M. G. F. & BARROS, N. F. de. Ciclagem de Nutrientes em Plantios de Eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Eds). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Ed. Folha de Viçosa, p. 265-301, 1990.
- REZENDE, G. C.; BARROS, N. F.; MORAES, T. S. A.; MENDES, C. J. Produção e macronutrientes em florestas de eucalipto sob duas densidades de plantio. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 7, n. 2, p. 165-76, 1983.
- SAGWAL, S. S. Correlation studies in maggar bamboo (*Dendrocalamus hamiltonii* Nees. and Am.). **Journal of Tropical Forestry**, Jabalpur, India, v. 3, p. 132-135, 1987.
- SÁRIC, M. R. Genetic specificity in relation to plant mineral nutrition. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 3, n. 5, p. 743-66, 1981.
- SÁRIC, M. R. Theoretical and practical approaches to the genetic specificity of mineral nutrition of plants. **Plant soil**, The Hague, v. 72, n. 2/3, p.137-50, 1983.

SCHUMACHER, M. V. Ciclagem de nutrientes como base na produção sustentada em ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS NATURAIS DO MERCOSUL: O AMBIENTE DA FLORESTA, 1. Santa Maria, 1996, **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1996. p. 65-77.

SIDDIQUI, K. M. Cultivation of bamboos in Pakistan. **Pakistan Journal of Forestry**, Peshawar, v. 44, p. 40-53, 1994.

SOARES, C. P. B. **Modelos para estimar a biomassa da parte aérea em um povoamento de *Eucalyptus grandis*, na Região de Viçosa, Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1995. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.

TEIXEIRA, J. L. **Conteúdo de nutrientes e produção de eucalipto em diferentes ambientes do Rio Doce - MG**. Viçosa: UFV, 1987. 70 p. Dissertação (Mestrado em Solos) - Universidade Federal de Viçosa, 1987.

VIRTUCIO, F. D. Bamboo harvesting: methods and techniques. **Canopy International**, Laguna, Philippines, v. 22, 4-5, 1996.

ZHANG, P. X. About cutting plan of *Phyllostachys pubescens* forest. **Journal of Bamboo Research**, Hangzhou, China, v. 13, p. 70-74, 1994.

## DISTRIBUIÇÃO DE BIOMASSA EM PLANTIOS COMERCIAIS DE BAMBU (*Bambusa vulgaris*) NO NORDESTE DO BRASIL<sup>1</sup>

Serliete de Carvalho Mendes<sup>2</sup>, Silmar G. Molica<sup>3</sup>, Rinaldo L. Caraciolo Ferreira<sup>4</sup>, German H. Gutierrez Céspedes<sup>5</sup>

### 1. RESUMO

Comparou-se a distribuição de biomassa em três povoamentos comerciais de *Bambusa vulgaris*, em solo arenoso, no Engenho Mamoaba, em Pedras de Fogo-PB. Os povoamentos I e II estavam no plano, mas o povoamento I era mais denso, e o povoamento III estava em declive, mas a densidade era similar à do povoamento I. Na época do corte raso anual, em cada povoamento, em três parcelas de 15 x 15 m, três touceiras medianas foram amostradas, separando-se colmos velhos e novos, galhos, folhas e rizoma. A manta orgânica por povoamento teve 15 amostras de 50 x 50 cm. Foi feita pesagem da biomassa verde total e de amostras antes e após secagem. Assumiu-se o delineamento inteiramente casualizado e médias foram comparadas por teste de Tukey, a 5% de probabilidade. A declividade elevou a produção comercial (colmos e galhos), por planta e por ha, e a produção total por ha. A maior densidade de plantas elevou apenas a produção total por ha. A produção de folhas por planta não variou, mas no povoamento mais denso havia mais folhas por ha. A produção de rizoma por planta não variou, mas o povoamento mais denso tinha mais rizomas por ha. A produção de manta não variou entre povoamentos. Na parte aérea, a distribuição foi colmos (novos e velhos) > folhas > galhos, com alta biomassa de colmos novos e folhas. A biomassa comercial foi apenas 38 % da total. A biomassa aérea foi superada pelos rizomas.

Palavras chaves: *Bambusa vulgaris*, bambu, produção e distribuição de biomassa.

<sup>1</sup> Parte da Dissertação apresentada pela primeira autora ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais - UFRPE; <sup>2</sup>Eng<sup>a</sup> Agrônoma, MSc., [serliete@araripina.com.br](mailto:serliete@araripina.com.br); <sup>3</sup>Prof<sup>o</sup> Adjunto da UFRPE, DSc, [molica@hotmail.com](mailto:molica@hotmail.com); <sup>4</sup>Prof<sup>o</sup> Adjunto da UFRPE, DSc, [rinaldo@ufrpe.br](mailto:rinaldo@ufrpe.br); <sup>5</sup>Eng<sup>o</sup> Florestal, MSc, [gh\\_gutierrez@hotmail.com](mailto:gh_gutierrez@hotmail.com)

## 2. ABSTRACT

### BIOMASS DISTRIBUTION IN COMERCIAL STANDS OF BAMBOO (*Bambusa vulgaris*) IN THE NORTHEASTERN OF BRAZIL

Serliete de Carvalho Mendes<sup>2</sup>, Silmar G. Molica<sup>3</sup>, Rinaldo L. Caraciolo Ferreira<sup>4</sup>, G3rman H. Gutierrez C3spedes<sup>5</sup>

The biomass production and distribution were compared in three comercial stands of *Bambusa vulgaris* cultivated in sandy soil, in the Pedras de Fogo, Paraiba State of Brazil. The stand I have lower clump growth area than the crop II, but both were in plain topography. The stand III was in declived area but had similar clump growth area of the stand I. In the cut age, one year after the last cut, were located three plots of 15 by 15 m in each stand, and were sampled three medium clumps and decomposed in biomass components: old and new culms, twigs, leaves, rizome. The liter was sampled by stnd, with 15 sub-plots of 50 by 50 cm. Those biomass components were wheighted and sampled beside and after dryind for dry biomass estimatives. Was assumed the completed randomic design and the media were compared by Tukey teste, with 5% of probability. The declived area arises the comercial (culms and twigs), by plant and hectare, and total production by hectare (including leaves and rizomes). The more plant density arises only total biomass by hectare. The leaves biomass by plant do not differ, but in the more dense stand had more leaves biomass by hectare. The litter biomass by hectare do not differ between stands. The rizome biomass production by plant do not differ, but the more dense stand had more rizomes by hectare. The areal biomass components had the decescent distribution: culms (news and olds) > leaves > twigs, with high new culms and leaves biomass. The comercial biomass represents only 38 % of total biomass production. The areal biomass was supered by rizome biomass.

Key words: *Bambusa vulgaris*, bamboo, biomass distribution and production.

### 3. INTRODUÇÃO

O bambu (*Bambusa vulgaris*) é uma planta de grande utilidade industrial, como alternativa para a produção de biomassa, particularmente no Brasil, país que intensamente usa biomassa para produção de papel e energia (Britto et al., 1997).

A espécie de bambu mais plantada no Brasil é *Bambusa vulgaris* Schrad. ex Wendl., em particular na região Nordeste do Brasil, nos Estados do Maranhão, Paraíba e Pernambuco, onde estão os maiores plantios do mundo. Assim, é uma planta essencial ao desenvolvimento florestal do Nordeste brasileiro, onde é usada industrialmente para a produção de celulose e papel de fibra longa, sendo essenciais pesquisas que contribuam para elevação da produtividade (Bonilla, 1991).

Como expressão da produtividade, a biomassa acumulada em componentes das plantas varia com a espécie e com o local de cultivo, refletindo efeitos de diversos fatores, inerentes à planta e ao ambiente (Moura, 1999). Assim, a biomassa em componentes das plantas pode variar entre povoamentos da mesma espécie e entre espécies, no mesmo sítio e entre diferentes sítios de cultivo (Pan, 1986; Lu et al., 1997; Farrelly, 1984).

Embora variando com vários fatores, como espaçamento e idade das plantas, em bambus simpodiais, em média, abaixo do solo, a biomassa é alocada 34% em rizomas e 66% em raízes e, acima do solo, 77% em colmos, 13% em galhos e 10% em folhas (Kleinhenz e Midmore, 2001).

A taxa de produção anual de biomassa total ou explorada é caracterizada por uma curva sigmóide que aumenta até 3-5 anos, em que a produção cresce até atingir o potencial de sustentação da área, determinada pelo espaçamento, momento em que há desaceleração e declínio da produtividade, permitindo o cálculo da rotação tecnicamente desejável (Kleinhenz e Midmore, 2001).

Contudo, os plantios nordestinos estão sendo cortados muito mais cedo, com até um ano de crescimento, devido à grande demanda de biomassa em curto prazo. Assim, é essencial a realização de pesquisas para implementação do uso de adubação, a ser aplicada com base na fertilidade do solo e na eficiência nutricional das plantas.

O objetivo deste trabalho foi o estudo da produção e da distribuição de biomassa em plantios comerciais de *Bambusa vulgaris* no Nordeste do Brasil, sob o efeito da densidade de plantas e da declividade do terreno, para subsidiar a adubação e o manejo da produção.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Área de Estudo

O Engenho Mamoaba, pertencente à empresa Agrimex Agroindustrial Excelsior S. A., localiza-se na Bacia Hidrográfica do Rio Gramame, na Microrregião do litoral do Sul da Paraíba, no município de Pedras de Fogo, possuindo 2.284,12 ha de área contendo plantações de Bambu, em solo Podzólico Vermelho, de textura arenosa. Na região, a precipitação anual média é 1.300 mm e a temperatura média anual é 25 C°.

### 4.2. Descrição da Área Experimental

Foram estudados, na época da colheita anual por talhadia, em maio de 2004, três povoamentos mais típicos, cultivados por 22 anos, na mesma micro-bacia, em solo arenoso.

Nesses povoamentos, a determinação da área útil por touceira e do número de touceiras por hectare e a definição do número de colmos por touceira e circunferência média e altura média de colmos foram realizados por contagem, abate e medição de todas as touceiras em uma parcela de 15 x 15 m por povoamento, preconizada por Bonilla (1991) como sendo mais adequada em tamanho e forma.

Em média, as áreas úteis por touceira foram, no povoamento I, 3,75 m<sup>2</sup>/touceira; no povoamento II, 5,63 m<sup>2</sup>/touceira; e no povoamento III, 3,57 m<sup>2</sup>/touceira. Além disso, os dois primeiros povoamentos estavam estabelecidos no topo plano e o último abaixo, em terreno inclinado, com declividade 51,13 %.

Uma adaptação para uso no bambu, da metodologia usual no levantamento de biomassa em eucalipto, foi feita com base na literatura e apresentada a seguir.

### 4.3. Amostragem de Touceiras

Em cada povoamento, foram estabelecidas três parcelas de 15 x 15 m. Em cada parcela, foram selecionadas três touceiras de porte mediano que foram cortadas a 5 cm do solo, altura adotada pela empresa para promover a rebrota das touceiras, retirando-se também os rizomas, totalizando nove touceiras por povoamento e 27 touceiras em todo o experimento.

Esse número de plantas por parcela foi três vezes superior ao normalmente encontrado na literatura em estudos da produção de componentes de biomassa de eucalipto, em que é

abatida uma árvore mediana por parcela (BARROS et al., 1981; MOLICA, 1992), e similar ao adotado para estimativa da produção de biomassa de sabiá por MOURA (1999).

#### 4. 4. Pesagem e Amostragem de Componentes das Touceiras

Foi obtido a campo o peso total dos componentes das touceiras de bambu, separados sobre lona plástica, com balança mecânica com capacidade para 150 kg. As folhas foram pesadas dentro de um saco plástico e pesagem sem ensacamento foi feita com galhos, colmos novos, colmos velhos e rizoma. A diferenciação entre colmos novos e velhos foi feita visualmente, pela coloração mais verde escura do colmo e pela ausência de galhos e de folhas normais, mas presença de folhas caulinares agregadas ao colmo.

Para estimativa do peso de matéria seca, foram obtidas amostras pesadas com balança mecânica com capacidade para 700 g, para secagem e nova pesagem.

#### 4. 5. Pesagem e Amostragem da Manta Orgânica por Povoamento

A manta orgânica sobre o solo foi coletada a partir de seis amostras ao acaso por parcela, obtidas em uma área de 50 x 50 cm, que, com uma amostra composta por povoamento, foram pesadas em balança com capacidade para 150 kg. Em cada pesagem, o material era homogeneizado, sendo retirada subamostra pesada em balança mecânica com capacidade para 700 g, para secagem e desconto do teor de umidade.

#### 4. 6. Determinação da Biomassa Seca de Componentes das Touceiras

As amostras úmidas de todos os componentes da planta foram secas em estufa a 65°C, por 24 horas, para, logo após, serem pesadas em balança eletrônica de precisão similar.

Para determinação do peso da matéria seca em cada componente das plantas, usou-se a expressão usada por SOARES (1995) e MOURA (1999):  $BS = [Pu (c) \times Ps (a)] / Pu (a)$ , sendo:

BS = biomassa total (g),

Pu (c) = peso úmido total no campo (g),

Ps (a) = peso seco da amostra (kg),

Pu (a) = peso úmido da amostra (g).

#### 4. 7. Análise dos Resultados

O delineamento estatístico adotado para análise da distribuição da biomassa em diferentes componentes da planta, nos diferentes povoamentos, foi inteiramente casualizado, com três tratamentos = povoamentos (i), três repetições = parcelas (j) e três plantas por parcela (k), totalizando 9 plantas por tratamento e 27 plantas totais. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de biomassa comercial (colmos e galhos), em g/planta e em kg/ha, foi maior no povoamento III (Figuras 1 e 2). Assim, o povoamento mais produtivo em biomassa comercial encontrava-se em terreno inclinado, potencialmente mais sujeito à erosão.

Contudo, conforme Teixeira (1987), a declividade pode favorecer a produtividade, em razão das partes mais baixas do terreno receberem nutrientes carregados por águas de chuvas. Isso pode ter ocorrido em especial porque o plantio foi feito em curvas de nível, com calhas para retenção da água, e porque o sistema radicular do bambu é eficiente na contenção da erosão superficial e na absorção de nutrientes.

É essencial considerar que o povoamento III também tinha mais alta densidade de plantas, mais similar à do povoamento I.

Nas Tabelas 1 e 2, os povoamentos I e II, estabelecidos em terreno plano, mas com densidades de plantas muito maior no povoamento I, não diferiram em produtividade comercial (colmos e galhos), em g/planta e em kg/ha. Isso ocorreu apesar da densidade de plantas regular o crescimento vegetal, afetando o consumo de luz, água e nutrientes. Em *Eucalyptus*, em que o corte ocorre aos 5-7 anos, antes da saturação do espaçamento, a maior densidade de plantas eleva a produtividade (Rezende et al., 1983; França e Poggiani, 1983). Segundo Graça (1988), para a produção de celulose, a densidade de plantas de bambu é comparativamente mais alta, 1 a 4 m<sup>2</sup> de área útil por planta, conferida por espaçamento de 1 x 1 a 2 x 2 m.

A ausência de efeito da densidade de plantas sobre a produção comercial pode se dever à baixa idade da parte aérea das plantas, em curta rotação. Para o bambu, em espaçamentos comerciais, em média, incluindo cultivo em terrenos pouco férteis, apenas há saturação do espaçamento e competição aos 3-5 anos de idade (Kleinhenz e Midmore, 2001).

No presente caso, a competição por luz pode ter sido o fator mais importante na definição dos resultados referentes à densidade de plantas, pois estas sofreram corte raso, tendo capacidade de competição pela parte aérea limitada, embora o sistema radicular possa ter permanecido sob competição pela disponibilidade de água e de nutrientes no solo, o que pode ser analisado apenas pela biomassa total.

A ausência de efeito do fator densidade de plantas na produção da parte aérea comercial também pode ser explicado, em parte, pela constatação de Kleinhenz e Midmore (2001), de que a baixa densidade de plantas poder ser compensada por aumento no número de colmos e ou do diâmetro de colmos, o que também ocorreu na presente pesquisa (Tabela 3).

**Tabela 1.** Biomassa Média, em g/planta, de Componentes de Plantas Amostrais, em Diferentes Povoamentos de *Bambusa vulgaris*, Cultivados em Pedras de Fogo-PB

**Table 1.** Médium Biomass, in g/plant, of Amostrais Plant Components, in Comercial Stands of *Bambusa vulgaris*, Cultivateds in Pedras de Fogo-PB

Povoamentos	Colmos Velhos	Colmos Novos	Galhos	Subtotal	Folhas	Rizoma	Total
I	979,8 B	892,1 B	779,5 B	2651,4 B	1194,8 A	5710,4 A	9556,6 A
II	826,3 B	1004,0 B	652,5 B	2482,8 B	810,3 A	5438,7 A	8731,8 A
III	1930,2 A	2405,9 A	1489,7 A	5825,8 A	1055,6 A	3597,3 A	10478,7 A
C. V. (%)	39,8	77,8	55,9	42,0	54,2	61,4	45,7
Média Geral	1245,4	1434,0	973,9	3653,3	1020,2	4915,5	9589,0

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P>0.05$ ).

**Tabela 2.** Biomassa Média, em kg/planta, de Componentes de Plantas Amostrais, em Diferentes Povoamentos de *Bambusa vulgaris*, Cultivados em Pedras de Fogo-PB

**Table 2.** Médium Biomass, in Kg/plant, of Amostrais Plant Components, in Comercial Stands of *Bambusa vulgaris*, Cultivateds in Pedras de Fogo-PB-Brazil

Povoamentos	Colmos Velhos	Colmos Novos	Galhos	Subtotal	Folhas	Rizoma	Total	Manta
I	2613,0 B	2379,0 B	2079,0 B	7071,0 B	3186,0 A	15227,0 A	25484,0 A	1430,0 A
II	1469,0 B	1785,0 B	1160,0 B	4414,0 B	1441,0 B	9669,0 B	15523,0 B	2450,0 A
III	5405,0 A	6736,0 A	4171,0 A	16312,0 A	2956,0 AB	10073,0 B	29341,0 A	2470,0 A
C. V. (%)	41,9	82,30	57,3	43,7	57,9	59,1	50,5	-
Média Geral	3162,3	3633,3	2469,3	9265,5	2527,3	11656,3	23442,6	2116,3

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P>0.05$ ).

**Tabela 3.** Área útil por Touceira, Número de Touceiras por ha, Número Médio de Colmos por Touceira, Número de Colmos por ha, Circunferência Média de Colmos, Altura Média de Colmos, em Diferentes Povoamentos Comerciais de *Bambusa vulgaris*, Cultivados em Pedras de Fogo-PB

**Table 3.** Useful Area by Clump, Number of Clumps by Ha, Medium Culms Number by Clump, Culms Number by Ha, Medium Circunference of Colms and Medium Hight of Colms, in Diferent Comercial Stands of *Bambusa vulgaris*, Cultivated in Pedras de Fogo-PB-Brazil

Povoamento	Área útil / touceira	Número touceiras / ha	Média de colmos / touceira	Número de colmos / ha	Circunferência média de colmos	Altura média de colmos
I	3,75 m <sup>2</sup>	2.666,67	7,67 ± 0,47	20.444,4	4,89 ± 0,09	3,02 ± 0,05
II	5,62 m <sup>2</sup>	1.777,78	8,90 ± 0,52	15.822,2	4,85 ± 0,08	3,02 ± 0,05
III	3,57 m <sup>2</sup>	2.800,00	5,03 ± 0,28	14.088,9	6,11 ± 0,11	3,71 ± 0,08

Parte dessa explicação também é a variação entre touceiras das parcelas de cada povoamento, verificada pelo coeficiente de variação. Essa variação é atribuída ao modo de plantio, feito por colmos inteiros depositados em sulcos, que gera variação no vigor das touceiras em razão da parte do colmo em que é originada. Para eliminar essa variação nos plantios, deve-se selecionar plantas matrizes e padronizar as mudas clonadas (Tabelas 1 e 2).

Na Tabela 2, verifica-se que a biomassa comercial (colmos com galhos) média para os três povoamentos foi 9,3 t/ha, inferior à média geral da região, 10-24 t/ha (Bonilla, 1981), denotando precocidade da rotação adotada, embora o número de rotações tenha sido elevado.

A produtividade total por hectare foi afetada pelo espaçamento entre touceiras, sendo que o povoamento I, de maior densidade de plantas, foi mais produtivo que o povoamento II, igualando a produção do povoamento III (Tabela 2).

A produção de folhas por planta (Tabela 1) não variou sob diferentes densidades de plantas ou declividades, provavelmente devido à precocidade da colheita, que elimina a competição por luz. Por hectare, o povoamento II exibiu menor quantidade de folhas, devido ao menor número de plantas por hectare. A manta orgânica (Tabela 2) não seguiu o comportamento das folhas por receber processos de decomposição, sendo similar em todas densidades ou declividades. Quantitativamente, a biomassa de manta foi menor que a média encontrada por Kleinhenz e Midmore (2001), por causa do ciclo muito curto.

A biomassa de rizoma não variou por planta, mas por hectare foi maior no povoamento mais denso (I).

A seqüência decrescente de biomassa aérea por planta (Tabela 1), em média para os povoamentos, foi colmos (novos e velhos), seguidos por folhas e galhos. A distribuição percentual média de biomassa aérea foi colmos velhos (26,6 %), colmos novos (30,7 %), folhas (21,8 %) e galhos (20,8 %). A biomassa de parte aérea (48,7 %), que é cortada regularmente, foi superada pela biomassa de rizoma (51,3 %), o componente perene, mais antigo e pesado. A biomassa explorada foi apenas 38,1 % da biomassa total

Percentagens médias de biomassas aéreas revisadas por Kleinhenz e Midmore (2001), em várias espécies de bambu simpodial, entre as quais *Bambusa vulgaris*, em vários ambientes, idades e tipos de manejo, foram colmos (77 %), galhos (13 %) e folhas (10 %). A biomassa média de rizoma em relação à parte aérea é 34 %. Assim, as diferenças nesses dados, em particular as altas biomassas de folhas e também de colmos novos, podem ser explicadas pela pouca idade das plantas, em razão de ciclo de corte muito curto. Como esses componentes de biomassa têm atividade fisiológica essencial à produção, a manutenção durante o corte de alguns colmos com folhas poderia elevar a produtividade.

## 6. CONCLUSÕES

. Como a produção de biomassa comercial (colmos e galhos) e total foi maior no povoamento III, que no povoamento I e II, a declividade do terreno elevou a produtividade.

. Pela comparação entre o povoamento I e II, a mais alta densidade de plantio afetou significativamente a produção de biomassa total por ha, que inclui folhas e rizomas, sendo que o povoamento I, mais denso, se destacou, igualando o povoamento III.

. A biomassa de folhas por planta não variou, mas a biomassa de folhas por hectare foi menor no povoamento II, de menor densidade de plantas. A biomassa de manta orgânica por hectare não variou entre povoamentos, por passar por processos de decomposição.

. A biomassa de rizoma não variou por planta, mas por hectare foi maior no povoamento mais denso.

. A contribuição de componentes de biomassa aérea seguiu a distribuição decrescente: colmos (novos e velhos) > folhas > galhos, com relativamente alta biomassa de colmos novos e de folhas. A biomassa de parte aérea, cortada regularmente, foi superada pela biomassa de rizomas, um componente permanente. A biomassa explorada representou uma relativamente pequena porção da biomassa total.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, N. F.; BRAGA, J. M.; BRANDI, R. M.; DEFELIPO, B. V. Produção de eucalipto em solos de cerrados em resposta à aplicação de NPK e de B e Zn. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 5, n. 1, p. 90-103, 1981.
- BONNILA, O. H. **Análises quantitativas da produção de *Bambusa vulgaris* Scharder ex Wendland for. *vulgaris* no Estado da Paraíba**. Recife: UFRPE, 1991. 95 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1991.
- BRITTO, J. O.; TOMASELLO FILHO, M.; SALGADO, A. L. B. Produção e caracterização do carvão vegetal de espécies e variedades de bambu. *Instituto de Pesquisas Florestais - IPEF*, piracicaba, v. 36, p.13-17, 1997.
- FARRELLY, D. **The Book of Bamboo**. San Francisco: Sierra Club Books, 1984. 352 p.
- FRANÇA, F. S.; POGGIANI, F. Distribuição de biomassa e dos macronutrientes em três espécies de eucalipto plantadas em diferentes espaçamentos. In: BARROS, N. F. (Coord.). **FLORESTAS PLANTADAS NOS NEOTRÓPICOS COMO FONTE DE ENERGIA**, 1983, VIÇOSA. **Resumos...** VIÇOSA: UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 1983, p. 450-451.
- GRAÇA, V. L. **Bambu – técnicas para o cultivo e suas aplicações**. São Paulo, Editora Ícone, 1988. 124 p. (Coleção Brasil Agrícola).
- KLEINHENZ, V.; MIDMORE, D. J. Aspects of bamboo agronomy. *Advances in Agronomy*, Canberra, v. 74, p 99-149, 2001.
- LU, C. M.; CHEN, C. H. e WU, K. W. Silviculture of bamboo seedlings - *Dendrocalamus latiflorus*. *Journal for Science*, Taiwan, v. 12, p. 269-278, 1997.
- MOLICA, S. G. **Produção de biomassa e eficiência nutricional de híbridos interespecíficos de eucalipto, em duas regiões bioclimáticas de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1992. 84 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1992.
- MOURA, O. N. **Distribuição de Biomassa, nutrientes e eficiência nutricional em povoamentos de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.)**. Recife: UFRPE, 1999. 52 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1999.
- PAN, X. Z. The biological characteristics and the production of the *Dendrocalamus latiflorus* in shoot periods. *Journal of Bamboo Research*, Hangzhou, China, v. 5, p. 87-97, 1986.
- REZENDE, G. C.; BARROS, N. F.; MORAES, T. S. A.; MENDES, C. J. Produção e macronutrientes em florestas de eucalipto sob duas densidades de plantio. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 7, n. 2, p. 165-76, 1983.
- SOARES, C. P. B. **Modelos para estimar a biomassa da parte aérea em um povoamento de *Eucalyptus grandis*, na Região de Viçosa, Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1995. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.

TEIXEIRA, J. L. **Conteúdo de nutrientes e produção de eucalipto em diferentes ambientes do Rio Doce - MG**. Viçosa: UFV, 1987. 70 p. Dissertação (Mestrado em Solos) - Universidade Federal de Viçosa, 1987.

## ABSORÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE NUTRIENTES EM PLANTIOS COMERCIAIS DE BAMBU (*Bambusa vulgaris*) NO NORDESTE DO BRASIL<sup>1</sup>

Serliete de Carvalho Mendes<sup>2</sup>, Silmar G. Molica<sup>3</sup>, Rinaldo L. Caraciolo Ferreira<sup>4</sup>, Gérman H. Gutierrez Céspedes<sup>5</sup>

### 1. RESUMO

Comparou-se em solo arenoso, no Engenho Mamoaba, em Pedras de Fogo-PB, absorção e utilização de nutrientes em três povoamentos comerciais de *Bambusa vulgaris*, com diferentes declividades e densidades de plantas. Na época de corte raso anual, em três parcelas de 15 x 15 m por povoamento, analisou-se o solo em três profundidades e, em três touceiras, pesaram-se colmos novos e velhos, galhos, folhas e rizoma e manta orgânica. De cada componente de biomassa, pesou-se subamostras antes e após secagem, determinando-se biomassa seca e N, P, K, Ca e Mg. Na comparação do conteúdo e da razão biomassa / conteúdo, de cada nutriente, componente de biomassa e povoamento, assumiu-se o delineamento inteiramente casualizado, comparando-se médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. A declividade elevou a absorção de P, K e Ca e a exportação de nutrientes. Maior densidade de plantas elevou a absorção de K mas não afetou a exportação de nutrientes. A utilização de nutrientes na biomassa total e comercial foi similar nos povoamentos. Nas folhas, o conteúdo de nutrientes não variou entre povoamentos, mas é maior para N, e a eficiência de utilização de nutrientes variou para P. Na manta orgânica, o conteúdo de nutrientes foi maior K, Ca e Mg em declive e a eficiência de utilização de nutrientes variou apenas para N, que teve maior conteúdo. O conteúdo de nutrientes no rizoma é maior e N foi usado menos eficientemente. Como a exportação não é compensada, adubação é essencial, em especial com K, mais exportado.

Palavras chave: *Bambusa vulgaris*, conteúdo de nutrientes, eficiência nutricional.

<sup>1</sup> Parte da Dissertação apresentada pela primeira autora ao Programa de Pós – Graduação em Ciências Florestais – UFRPE.  
<sup>2</sup>Eng<sup>o</sup> Agrônoma, MSc., [serliete@araripina.com.br](mailto:serliete@araripina.com.br); <sup>3</sup>Professor Adjunto da UFRPE, DSc, [molicasilmar@hotmail.com](mailto:molicasilmar@hotmail.com);  
<sup>4</sup>Professor Adjunto da UFRPE, DSc, [rinaldo@ufrpe.br](mailto:rinaldo@ufrpe.br); <sup>5</sup>Eng<sup>o</sup> Florestal, MSc, [gh\\_gutierrez@hotmail.com](mailto:gh_gutierrez@hotmail.com)

## 2. ABSTRACT

### NUTRIENT ABSORTION AND DISTRIBUTION IN COMERCIAL STANDS OF BAMBOO (*Bambusa vulgaris*) IN THE NORTHEASTERN OF BRAZIL

Serliete de Carvalho Mendes<sup>2</sup>, Silmar G. Molica<sup>3</sup>, Rinaldo L. Caraciolo Ferreira<sup>4</sup> German H. Gutierrez Céspedes<sup>5</sup>

Was compared in sandy soil, in Pedras de Fogo-PB-Brazil, the nutrient absorption and utilization in three comercial stands of *Bambusa vulgaris*, with diferencial declivity and plant density. In the anual cut age, in three 15 x 15 plots by each stand, was made soil analysis in three levels of depths by composed sampling, and were sampled three medium clumps for wheighting old and new culms, twigs, leaves, rizome and litter. Subamples of biomass component were weighted, beside and after drying, for dry biomass and N, P, K, Ca and Mg estimatives. In the comparison of content and dry biomass / content ratio of each nutrient, biomass component and stand, was assumed the complet randomic design and the media were compared by Tukey test, with 5% of probability. The declivity arise the P, K and Ca absorption and the nutrient exportation in culms and twigs. More plant density arise only the K absorption and do not affected the nutrient exportation. The efficiency of nutrient utilization in total and comercial biomass in stands were similars. In leaves, the nutrient contents do not varied between stands, but is biggest for N, and the nutrient utilization efficiency varied for P. In litter, the nutrient contents were biggest for K, Ca and Mg in declivity and the nutrient utilization efficiency varied only for N, with more content. The nutrient contents in rizome were more higher and N was utilized with more lower efficiency. How the nutrient exportations do not was compensated by reposition in leaves, the fertilization is essntial, especially for K, the more exportated nutrient.

Key words: *Bambusa vulgaris*, Mineral nutrient distributiton, nutricional efflicieny.

### 3. INTRODUÇÃO

Diferentemente de plantios agrícolas, na nutrição de árvores cultivadas, há um balanço de nutrientes em que parte dos nutrientes retorna por reciclagem, pela retranslocação interna e decomposição de resíduos, e parte dos nutrientes constituintes das plantas é perdida por exportação com a colheita. Se a perda de nutrientes supera a reciclagem, a adubação é necessária. Normalmente, a exportação de nutrientes é crítica para solos de baixa fertilidade, especialmente se o manejo é intensificado por redução do espaçamento e, ou da idade de corte (Barros et al., 1981, 1982).

Porém, o balanço de nutrientes depende da eficiência de absorção e de utilização de nutrientes da espécie, variedade ou clone (Barros et al. 1986). Como a eficiência nutricional é genética e adaptativa, é específica para o nutriente e se relaciona com fatores ambientais, como espaçamento, idade de corte e tipo de solo e clima. Assim, a avaliação nutricional do genótipo cultivado visa: a) escolha de solos onde há melhor adaptação; b) redução do uso de adubos, pela maior adaptabilidade a solos deficientes; c) redução da exportação de nutrientes em ciclos de cortes curtos; d) aumento da aquisição e da utilização de adubos aplicados, elevando a produtividade em solos fracos (Barros et al., 1990).

Apesar da eficiência nutricional ser conferida por caracteres morfológicos ou fisiológicos adaptativos, geneticamente controlados, específicos para cada nutriente, os critérios mais usados na avaliação comparativa da eficiência de absorção, de utilização e de alocação de nutrientes em componentes de biomassa da planta são o conteúdo de nutrientes em componentes de biomassa e a relação desse conteúdo com a biomassa produzida, sob condições similares de fertilidade. A eficiência de absorção é caracterizada pelo conteúdo na biomassa total, sendo a exportação de nutrientes caracterizada pelo conteúdo na biomassa explorada e a ciclagem de nutrientes caracterizada pelo conteúdo em componentes devolvidos ao solo. A eficiência de utilização de nutrientes é caracterizada pela razão biomassa seca / conteúdo de nutrientes, associada a uma alta biomassa produzida (Barros et al., 1990).

Como, em plantios de bambu, normalmente a densidade de plantas é alta e as rotações são muito curtas, no planejamento da adubação, são importantes a avaliação da eficiência nutricional e a verificação do status nutricional das plantas.

O objetivo deste trabalho foi o estudo da eficiência de absorção e de utilização de nutrientes em componentes de biomassa, sob o efeito da densidade e idade de colmos e da declividade do terreno, em plantios comerciais de *Bambusa vulgaris* no Nordeste do Brasil, para subsidiar o manejo da adubação e da produção.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4. 1. Área de Estudo

O Engenho Mamoaba, pertencente à empresa Agrimex Agroindustrial Excelsior S. A, localiza-se na Bacia Hidrográfica do Rio Gramame, Microrregião do litoral do Sul da Paraíba, no município de Pedras de Fogo, com área de 2.284,12 ha cultivados com bambu, em solos Podzólico Vermelho, de textura arenosa. A precipitação anual média é de 1.300 mm e a temperatura média anual é de 25 C°.

### 4. 2. Definição dos Povoamentos sob Estudo

Foram estudados, na época da colheita anual por talhadia, em maior de 2004, três povoamentos mais típicos, cultivados por 22 anos, na mesma micro-bacia, em solo arenoso.

Os povoamentos I e II estavam no topo plano e tinham diferentes áreas úteis por touceira, que eram 3,75 m<sup>2</sup> no povoamento I e 5,63 m<sup>2</sup> no povoamento II. O povoamento III foi selecionado abaixo, em terreno inclinado, com declividade 51,13 %, mas tinha área útil / touceira de 3,57 m<sup>2</sup>, similar a do povoamento I.

Foram selecionadas ao acaso três parcelas de 15 x 15 m para cada povoamento.

### 4. 3. Caracterização Química do Solo

A análise química do solo foi realizada por parcela, por meio de cinco amostras simples coletadas com trado, separadamente, em três níveis de profundidades (0-20; 20-40; 40-60 cm), e homogeneizadas para obtenção de amostras compostas acondicionadas em sacos plásticos etiquetados, a serem enviadas ao Laboratório de Análises Agrícolas Ltda (LAGRI).

Na Tabela 1, essa análise denota que o solo dos três povoamentos tem boa fertilidade, em razão da ciclagem da manta orgânica e da adubação anual que é feita conforme análise de solo. Kleinhenz e Midmore (2001), analisando conteúdos médios na parte aérea do bambu, encontraram a relação 6 N : 1 P : 7 K. Assim, o fato do K ser o elemento mais absorvido explica a fertilidade em P do solo ser alta em relação a K, como verificado em várias pesquisas. Nesse aspecto o bambu é similar a gramíneas, que, conforme Mello et al. (1987), têm alta capacidade de extração de K. Assim, a fertilidade do solo deve ter sido muito influenciada pelo longo período de cultivo do bambu.

**Tabela 1.** Valores Médios da Análise Química do Solo, com Respetivos Intervalos Confiança com 95 % de Probabilidade, em Povoamentos Comerciais de *Bambusa vulgaris*, em Pedras de Fogo-PB

**Table 1.** Media Values of Chemical Analysis of Soil, With Confidence Intervals for 95 % of Probability, in Commercial Stands of *Bambusa vulgaris*, in Pedras de Fogo-PB-Brazil

Povoamento**	Prof. (cm)	pH	P	K	H	Al	Ca	Mg	S	CTC	V	C	M.O
I	0-20	6,1 ± 0,11	19,6 ± 8,9	34,7 ± 5,7	1,98 ± 0,08	0,11 ± 0,01	2,25 ± 0,56	0,61 ± 0,16	2,95 ± 0,72	5,04 ± 0,65	58,03 ± 6,52	1,16 ± 0,14	2,00 ± 0,24
	20-40	6,0 ± 0,17	8,4 ± 3,8	21,3 ± 7,3	1,70 ± 0,04	0,21 ± 0,08	1,38 ± 0,09	0,37 ± 0,02	1,84 ± 0,10	3,75 ± 0,10	48,05 ± 2,2	0,62 ± 0,08	1,07 ± 0,14
	40-60	5,8 ± 0,23	3,4 ± 3,3	18,0 ± 10,4	1,57 ± 0,04	0,29 ± 0,10	0,82 ± 0,03	0,25 ± 0,02	1,15 ± 0,07	3,00 ± 0,15	38,25 ± 2,58	0,43 ± 0,06	0,75 ± 0,10
II	0-20	6,2 ± 0,13	24,5 ± 15,2	27,7 ± 5,3	1,92 ± 0,11	0,11 ± 0,03	2,93 ± 1,44	0,84 ± 0,48	3,89 ± 1,93	5,92 ± 1,80	63,89 ± 11,5	1,19 ± 0,11	2,05 ± 0,19
	20-40	6,0 ± 0,11	10,4 ± 3,3	17,7 ± 8,0	1,66 ± 0,07	0,17 ± 0,06	1,45 ± 0,45	0,41 ± 0,14	1,95 ± 0,61	3,78 ± 0,48	51,0 ± 9,07	0,74 ± 0,05	1,28 ± 0,09
	40-60	5,9 ± 0,23	3,4 ± 3,3	10,0 ± 2,3	1,45 ± 0,16	0,27 ± 0,08	0,95 ± 0,1	0,29 ± 0,04	1,30 ± 0,14	3,02 ± 0,18	43,2 ± 5,55	0,56 ± 0,05	0,96 ± 0,09
III	0-20	5,6 ± 0,06	26,1 ± 6,4	33,0 ± 8,8	2,16 ± 0,02	0,13 ± 0,01	1,5 ± 0,11	0,71 ± 0,11	2,31 ± 0,02	4,60 ± 0,03	50,25 ± 0,37	1,04 ± 0,11	1,52 ± 0,50
	20-40	4,5 ± 2,06	5,6 ± 1,6	16,7 ± 3,4	1,98 ± 0,06	0,17 ± 0,01	0,68 ± 0,12	0,16 ± 0,07	0,91 ± 0,19	3,06 ± 0,13	29,66 ± 4,98	0,59 ± 0,08	1,01 ± 0,14
	40-60	5,5 ± 0,06	3,5 ± 1,5	16,0 ± 7,8	1,81 ± 0,02	0,23 ± 0,07	0,6 ± 0,11	0,14 ± 0,07	0,81 ± 0,20	2,84 ± 0,13	28,23 ± 5,9	0,49 ± 0,06	0,85 ± 0,10

\* P e K em ppm (mg/dm<sup>3</sup>); H, Al, Ca, Mg, S e CTC em meq/100 g (meq/cm<sup>3</sup> ou cmol/dm<sup>3</sup>), V, C e MO em %;

\*\* Valor médio de três repetições, ou seja, três amostras compostas, sendo cada uma colhida em uma das três parcelas por povoamento.

#### **4. 4. Amostragem de Componentes de Biomassa**

Foram retiradas três touceiras medianas, com base no número, diâmetro e altura de colmos, de cada parcela, totalizando nove plantas por povoamento. As touceiras foram cortadas a 5 cm do solo, e os seus componentes de biomassa, folhas, galhos, colmos novos, colmos velhos e rizomas, foram separados sobre uma lona plástica e pesadas a campo em uma balança com capacidade para 150 kg, se necessário dentro de um saco plástico.

Após este procedimento, para cálculo do teor de umidade visando obtenção do peso de biomassa seca de folhas, galhos, colmos novos, colmos velhos e rizoma, foram retiradas amostras de cada um desses componentes, que foram colocadas em sacos de papel kraft, pesadas em balança de 700 g de capacidade e secadas em estufa de circulação forçada de ar, a 65°C, até a estabilização do peso seco, e nova pesagem, no Laboratório de Melhoramento Genético da Usina Santa Teresa.

#### **4. 5. Amostragem da Manta Orgânica por Povoamento**

A manta orgânica não decomposta sobre o solo, devidamente pesada a campo, foi coletada como uma amostra composta de cada povoamento, a partir de cinco subamostras ao acaso por parcela, obtidas sob um quadrado de madeira de 50 x 50 cm. Dessas amostras compostas homogeneizadas, foram retiradas amostras pesadas em uma balança mecânica com capacidade para 700 g, as quais foram levadas ao laboratório para secagem em estufa, a 65 °C, até a obtenção de peso constante. Após secagem, as amostras foram novamente pesadas em balança com capacidade para 700 g.

#### **4. 6. Análise de Nutrientes em Amostras Secas de Componentes das Touceiras**

As amostras secas das touceiras foram enviadas ao laboratório LAGRI para análise química da concentração de nutrientes em cada componente de biomassa das touceiras.

Para o N, a concentração foi determinada em extrato sulfúrico de 0,2 g de material moído e, para P, K, Ca, Mg e Na, em extrato da digestão nítrico-perclórica de 0,5 g.

Nos extratos determinaram-se N pelo método Kjeldahl; P, colorimetricamente, usando ácido ascórbico como redutor do complexo fosfomolibdico (Braga e Defelipo, 1974); K por fotometria de emissão de chama e Ca e Mg, por espectrofotometria de absorção atômica

#### **4. 7. Estimativa do Conteúdo de Nutrientes em Componentes da Touceira**

O conteúdo de cada nutriente em cada componente de biomassa foi estimado conforme Moura (1999), multiplicando-se o valor de biomassa seca pela concentração de cada nutriente, estimada por análise química.

#### **4. 8. Determinação do Coeficiente de Utilização de Nutrientes**

O coeficiente de utilização de nutrientes foi calculado pelo coeficiente de utilização biológica (CUB), dividindo-se os valores de biomassa seca pelos de conteúdo de nutrientes dos componentes de biomassa (Barros et al., 1986).

#### **4. 9. Análise dos Resultados**

O delineamento estatístico adotado para análise do conteúdo e da razão biomassa / conteúdo de diferentes nutrientes, em diferentes componentes das plantas e povoamentos, foi inteiramente casualizado, com três tratamentos = povoamentos (i), três repetições = parcelas (j) e três plantas por parcela (k), totalizando 9 plantas por tratamento e 27 plantas totais. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando-se os povoamentos comerciais de bambu aos pares (I com III e I com II), discutiu-se o efeito da declividade e da densidade de plantas, no ciclo de nutrientes, ou seja na absorção, na exportação, na reposição, na mineralização e na alocação em rizomas.

### 5.1. Absorção de Nutrientes

Considerando, pelo conceito de Barros et al. (1990), o conteúdo de nutrientes na biomassa total como eficiência de absorção, esta foi similar em todos os povoamentos, para N e Mg. Contudo, para P, K e Ca, a eficiência de absorção foi maior para o povoamento III, em terreno com declividade (Tabela 2). Isso confirma a tese de Teixeira (1987), que justificou o maior conteúdo de nutrientes na biomassa total de plantas de *Eucalyptus* na parte baixa de topo-seqüência por esse local receber aporte por erosão.

**Tabela 2.** Absorção de Nutrientes, em kg/ha, com Base no Conteúdo na Biomassa Total (colmos novos e velhos, galhos, folhas e rizoma), por Povoamentos Comerciais de *Bambusa vulgaris*, em Pedras de Fogo-PB

**Table 2.** Nutrient absorption, in kg/ha, with Base in Total Biomass Content (new and old culms, twigs, leaves and rizome), by Comercial Stands of *Bambusa vulgaris*, in Pedras de Fogo-PB

Povoamentos	N	P	K	Ca	Mg
I	219,1 A	25,5 B	215,9 A	58,8 AB	36,1 A
II	145,1 A	15,8 B	77,3 B	37,9 B	15,5 A
III	175,2 A	37,3 A	335,0 A	74,8 A	35,4 A
C. V. (%)	52,0	60,1	48,4	46,6	60,8
Média Geral	179,8	26,2	209,4	57,2	29,0

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0.05$ ).

Comparando o povoamento I e II, a absorção de K foi maior no povoamento I, mostrando maior absorção desse nutriente sob condições de maior densidade de plantas. Isso confirma a revisão da literatura mundial, de Kleinhenz e Midmore (2001), em que K apresenta o maior conteúdo na biomassa aérea total, facilitando diferenças estatísticas.

A ausência de diferença entre o povoamento I e II para a maioria dos nutrientes pode ser explicada pela pouca idade da parte aérea das plantas, em rotação muito curta, conferindo pouca competição entre plantas, pois, conforme Rezende et al. (1983) e França e Poggiani (1983), em maiores idades de rotação, em *Eucalyptus*, o menor espaçamento eleva o número de plantas de plantas por área, elevando a quantidade total de nutrientes absorvidos.

## 5. 2. Exportação de Nutrientes

Há maior tendência à exportação de nutrientes na biomassa explorada (colmos e galhos) no povoamento III (Tabela 3). Como esse povoamento estava em terreno inclinado, a declividade pode ter elevado a exportação de nutrientes, em razão de suas maiores disponibilidades, em decorrência do carrear pelas águas das chuvas, na estação chuvosa, ter elevado a produtividade da biomassa aérea explorada.

**Tabela 3.** Exportação de Nutrientes, em kg/ha, na Biomassa Explorada (colmos e galhos), em Povoamentos Comerciais de *Bambusa vulgaris*, em Pedras de Fogo-PB

**Table 3.** Nutrient Exportation, in kg/ha, in Harvested Biomass (Culms and Twigs), in Commercial Stands of *Bambusa vulgaris*, in Pedras de Fogo-PB-Brazil

Povoamentos	N	P	K	Ca	Mg
I	32,5 B	9,1 A	80,2 B	12,3 B	9,1 AB
II	19,1 B	6,0 A	45,7 B	6,3 B	2,3 B
III	52,9 A	22,0 A	220,9 A	31,2 A	16,8 A
C. V. (%)	47,5	157,0	60,7	45,5	69,5
Média Geral	34,8	12,4	115,6	16,6	9,4

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $P>0.05$ ).

Considerando a biomassa explorada, não houve diferença na exportação de nutrientes entre os povoamentos I e II, que tinham densidades de plantas muito diferentes. Isto indica que, na idade de corte precoce adotada, o espaçamento não afeta a exportação de nutrientes por hectare (Tabela 3). A rotação curta, ao regredir as partes aéreas das plantas aos estágios iniciais de brotação, pode ter eliminado a competição entre plantas por espaço aéreo, nivelando o conteúdo de nutrientes na biomassa exportada.

Entre os nutrientes exportados, o K é o mais representativo, por estar mais presente nas partes exploradas (Tabela 3), o que pode afetar a composição desse elemento no solo verificada na análise do solo (Tabela 1).

Entre os componentes de biomassa exportados, os colmos novos e galhos são importantes fatores de exportação de nutrientes, devido às altas concentrações encontradas nesses componentes de biomassa. Assim, a exploração atualmente adotada, por corte raso, pode ser pesquisada em comparação com o corte seletivo, em que há manutenção de certo número de colmos novos com galhos e folhas, para reduzir a fase de crescimento lento gasta para reposição de tecidos fotossintetizantes (Tabela 4).

A eficiência de utilização de nutrientes para a produção comercial está na Tabela 5.

**Tabela 4.** Conteúdo Médio (kg/ha) de Nutrientes em Colmos Novos, Colmos Velhos e Galhos, em Povoamentos Comerciais de *Bambusa vulgaris*, em Pedras de Fogo-PB

**Table 4.** Medium Content (kg/ha) of Nutrients in New Culms, Old Culms and Twigs, in Commercial Stands of *Bambusa vulgaris*, in Pedras de Fogo-PB-Brazil

Povoamentos	Colmos Novos					Colmos Velhos					Galhos				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
I	10,6 A	2,7 B	31,0 B	3,7 B	2,8 AB	9,5 B	3,2 B	23,0 B	4,6 B	3,4 AB	12,3 AB	3,2 B	26,2 B	4,0 AB	2,9 AB
II	7,1 A	2,1 B	20,4 B	2,7 B	0,9 B	7,1 B	1,8 B	7,8 B	1,9 B	0,7 B	4,9 B	2,1 B	17,5 B	1,7 B	0,7 B
III	7,1 A	7,5 A	89,0 A	12,8 A	6,9 A	21,6 A	7,1 A	60,3 A	9,2 A	4,9 A	24,2 A	7,4 A	71,5 A	9,2 A	5,0 A
C. V. (%)	58,4	79,4	94,5	86,6	107,0	42,1	45,8	62,8	58,9	78,9	73,91	66,4	72,3	63,7	87,0

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 5.** Eficiência de Utilização de Nutrientes (kg biomassa seca / kg nutriente) na Produção de Colmos Novos, Colmos Velhos e Galhos em Povoamentos Comerciais de *Bambusa vulgaris*, em Pedras de Fogo-PB

**Table 5.** Nutrient Utilization Efficiency (kg biomass seca / kg nutriente) in New Culms, Old Culms and Twigs Productions, in Commercial Stands of *Bambusa vulgaris*, in Pedras de Fogo-PB-Brazil

Povoamentos	Colmos Novos					Colmos Velhos					Galhos				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
I	230,0 B	917,6 A	83,9 A	629,4 A	1062,6 B	281,3 A	133,0 B	116,7 B	603,4 A	961,5 B	315,6 A	1508 A	181,2 A	995,1 A	2051 A
II	442,1 AB	871,6 A	88,8 A	670,4 A	2827,2 A	211,7 B	822,9 A	208,0 A	758,2 A	3078,5 A	440,4 A	4331 A	539,1 A	1156,9 A	2843 A
III	925,9 A	872,7 A	72,6 A	479,6 A	1059,3 B	255,6 BA	778,2 A	96,0 B	627,2 A	1283,7 B	181,5 A	569 A	65,1 A	483,1 A	966 A
C. V. (%)	98,2	46,4	28,4	29,8	57,5	19,8	48,4	24,9	23,2	57,6	126,6	275,4	291,4	153,1	159,9

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

A eficiência de utilização de nutrientes para produção de componentes de biomassa expressa pela razão biomassa / conteúdo de nutrientes exprime o número de unidades de biomassa produzida por unidade de conteúdo de nutrientes. Assim, esta é tanto maior quanto maior a biomassa e menor o conteúdo de nutrientes nessa biomassa (Barros et al., 1990).

Não houve variação expressiva na eficiência de utilização de nutrientes para produção de biomassa explorada em função dos povoamentos, que são diferentes em declividade e em densidade de plantas. Isso pode se dever à baixa idade das plantas em que o conteúdo de nutrientes sendo processado é normalmente maior do que em idades mais altas (Tabela 5).

Assim, o povoamento mais produtivo não é necessariamente o mais eficiente na utilização de nutrientes. Isso ocorreu tanto no caso da maior inclinação (povoamento III), em que provavelmente há maior aporte de nutrientes, quanto no caso da densidade de plantas, em que não houve diferença em produção na maior densidade de plantas por ha (povoamento I).

Assim, a produtividade pode depender mais da eficiência de absorção do que da eficiência de utilização de nutrientes, em razão da baixa idade das plantas, em que há maior trânsito e consumo de nutrientes. Como, devido à baixa idade das plantas, os nutrientes não estão limitando o crescimento da parte aérea, o conteúdo de nutrientes pode apenas acompanhar a produção de biomassa aérea, de modo que a eficiência de utilização varia pouco entre povoamentos.

Isso também é explicado por resultados de Rezende et al. (1983) e França e Poggiani (1983), que trabalharam com eucalipto, constatando que a densidade de plantio, se não restringir a extração de nutrientes ou a produção de biomassa, pode não afetar a eficiência da utilização de nutrientes. A eficiência de utilização de nutrientes aumenta quando a densidade tende a limitar a absorção de nutrientes, mas não restringir o crescimento das plantas.

Para produção de componentes de biomassa aérea explorada, a eficiência de utilização de nutrientes variou mais entre nutrientes, sendo a eficiência de utilização de K menor, por maior acúmulo de K nesses componentes. Provavelmente, o K é um elemento armazenado temporariamente nos colmos para uso em momentos específicos. Assim, o K deve ser o elemento com menor eficiência de uso pela planta e mais exportado do solo pela exploração de biomassa. Considerando esse fato, para Kleinhenz e Midmore (2001), o K é um elemento chave na adubação do bambu, sendo que sua dose na formulação de fertilizantes deve ser proporcionalmente maior, ou seja,  $K > N > P$ .

No cálculo de adubação pode-se usar a indicação de Barros et al. (1988), com base no conteúdo na biomassa explorada, transformado em conteúdo no solo, e com base na análise química do solo de rotina.

### 5. 3. Reposição de Nutrientes

Considerando a quantidade de nutrientes devolvida ao solo pelo conteúdo na biomassa deixada no campo (folhas), a reposição de nutrientes ao solo não variou entre povoamentos. Isso pode ter ocorrido pela pouca idade das plantas, em que o processamento de nutrientes é alto, podendo ocorrer certo consumo de luxo sob fertilidade favorável (Tabela 6).

O conteúdo de N, seguido do de K, foi maior em relação aos outros nutrientes, em razão do maior requerimento nas folhas. Este dado está em conformidade com Kleinhenz e Midmore (2001), que encontraram maior conteúdo de N e K em folhas de bambu.

Por causa da baixa biomassa e alto conteúdo de nutrientes, as altas concentrações nas folhas são responsáveis por valores relativamente mais baixos de eficiência de utilização, particularmente de N e K, que apresentaram maiores conteúdos nas folhas (Tabela 6).

A eficiência de utilização de nutrientes nas folhas variou entre povoamentos apenas para fósforo, sendo o povoamento III, de maior produção, menos eficiente (Tabela 6). Possivelmente isso ocorre por causa do sistema radicular desse povoamento ter expandido mais, estando sob competição mas com alta capacidade de absorção por contato, o que reduz a eficiência de utilização do elemento. Segundo Mello et al. (1987), sistema radicular mais expandido pode facilitar a absorção de P, pois a dinâmica de absorção de P ocorre mais pela eficiência de distribuição do sistema radicular e difusão a curta distância, do que por fluxo de massa que acompanha a transpiração, como ocorre com outros nutrientes.

O alto conteúdo de nutrientes nas folhas, a ser repostos ao solo, torna esse componente essencial à manutenção da fertilidade. Contudo, a quantidade de nutrientes repostos ao solo pelas folhas não supera as quantidades exportadas do sítio nos componentes de biomassa explorada, em particular em rotações curtas como no presente caso, sendo necessária a reposição por meio da adubação.

**Tabela 6.** Conteúdo Médio e CUB de Nutrientes nas Folhas, em Povoamentos Comerciais de *Bambusa vulgaris*, em Pedras de Fogo-PB.

**Table 6.** Medium Content and CUB of Nutrients in Leaves, in Comercial Stands of *Bambusa vulgaris*, in Pedras de Fogo-PB-Brazil

Povoamentos	Conteúdo de nutrientes (kg/ha)					CUB (Kg de matéria seca / kg nutriente)				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
I	68,1 A	5,6 AB	53,3 A	13,7 A	7,9 A	46,9 A	669,7 A	60,3 A	235,5 A	413,3 A
II	34,4 A	2,1 A	23,1 A	7,7 A	4,6 A	42,1 A	682,4 A	61,2 A	191,8 A	318,9 A
III	55,2 A	5,9 A	56,6 A	9,1 A	9,5 A	71,3 A	508,3 B	59,2 A	1193,7 A	403,6 A
C. V. (%)	59,5	64,3	64,05	64,2	70,5	65,9	17,9	18,2	202,4	43,7

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0.05$ ).

#### 5. 4. Mineralização de Nutrientes

O conteúdo na manta orgânica, em particular para K, Ca e Mg, foi maior no povoamento III, denso e em terreno inclinado, apesar de não ter havido diferença significativa para conteúdos em folhas depositadas no solo. Assim, o fato do conteúdo a ser devolvido ao solo ter diferido entre povoamentos pode ser devido a fatores externos às plantas, como menor atividade biológica na decomposição de resíduos orgânicos, pela maior disponibilidade de nutrientes no solo, em decorrência do carreoio pelas chuvas de partes mais altas.

Comparando os povoamentos I e II, o depósito de nutrientes em folhas sobre o solo não variou entre povoamentos com diferentes densidades de plantas. Assim, a densidade de plantas não afetou o conteúdo de nutrientes na manta orgânica, como não afetou o conteúdo depositado no solo pelas folhas. Provavelmente pela baixa idade das plantas, a parte aérea tem conteúdos de nutrientes relativamente altos, com certo consumo de luxo. Assim, sob espaçamentos mais amplos as folhas teriam maior quantidade de nutrientes para depositar sobre o solo, compensando a menor quantidade de folhas.

As baixas quantidades de nutrientes na manta orgânica podem ser decorrentes da rápida decomposição sob condições tropicais de umidade e temperatura.

O N foi o nutriente mais reciclado pela deposição e decomposição de folhas por ser encontrado em maiores concentrações nesse componente de biomassa (Tabela 7).

Na Tabela 7, a eficiência de utilização de nutrientes na composição da manta orgânica não variou entre povoamentos, não sendo afetada pela declividade e densidade de plantas.

A eficiência de utilização de nutrientes na produção de biomassa de manta orgânica variou apenas para N, que é o nutriente menos eficientemente usado, pelo seu maior conteúdo nas folhas, o que pode facilitar a sua decomposição por microorganismos, já que esses organismos se beneficiam de uma alta relação C : N (Mello et al., 1987).

**Tabela 7.** Conteúdo Médio e CUB de Nutrientes na Manta Orgânica, em Povoamentos Comerciais de *Bambusa vulgaris*, em Pedras de Fogo-PB

**Table 7.** Medium Content and CUB of Nutrients in Litterfall, of Comercial Stands of *Bambusa vulgaris*, in Pedras de Fogo-PB-Brazil

Povoamentos	Conteúdo de nutrientes (kg/ha)					CUB (kg de matéria seca / Kg. nutriente)				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
I	0,22 A	0,02 A	0,04 B	0,05 B	0,02 AB	71,7 B	1031 A	1788 A	293,1 A	701,1 A
II	0,36 A	0,03 A	0,09 B	0,08 B	0,19 B	76,6AB	986 A	328 A	357,3 A	1944,4 A
III	0,30 A	0,03 A	0,17 A	0,14 A	0,46 A	92,2 A	969 A	159 A	202,7 A	615,7 A

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (P>0.05).

### 5. 5. Alocação de Nutrientes no Rizoma

Com exceção do K, o conteúdo de nutrientes no rizoma não variou entre povoamentos, provavelmente por causa do rizoma se manter estagnado, sob competição, em todos os povoamentos, considerando que é o componente perene, não explorado, da planta. A competição entre rizomas, que permanecem crescendo por mais tempo, pode mudar os resultados nutricionais na biomassa total, em comparação aos da biomassa área exportada.

O rizoma apresentou maiores conteúdos de nutrientes em relação aos componentes de parte aérea da planta (Tabela 8). Apesar de ter o maior conteúdo individual de nutrientes, o rizoma não contém necessariamente mais nutrientes que a parte aérea total. Assim, pode ser válida a conclusão de Kleinhenz e Midmore (2001), de que o rizoma é componente formador de colmos e sistema de transporte conectando colmos velhos e novos, pela drenagem de nutrientes recentemente absorvidos e metabolizados pela parte aérea. Assim, o rizoma não é órgão de armazenagem, e, devido ao rápido crescimento, não há armazenagem verdadeira no bambu. Por isso, a manutenção de colmos novos, que mantêm ou formam rapidamente galhos e folhas, pode reduzir o tempo de interrupção do crescimento após corte raso.

O N é o nutriente mais presente no rizoma, o que confirma a observação de Kleinhenz e Midmore (2001) que concluíram que abaixo do solo, nos rizomas, há maior conteúdo de N.

**Tabela 8.** Conteúdo Médio e CUB de Nutrientes no Rizoma, em Povoamentos Comerciais de *Bambusa vulgaris*, em Pedras de Fogo-PB

**Table 8.** Medium Content and CUB of Nutrients in Rizome, of Comercial Stands of *Bambusa vulgaris*, in Pedras de Fogo-PB-Brazil

Povoamentos	Conteúdo de nutrientes (Kg./ha)					CUB (Kg matéria seca/ kg nutriente)				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
I	118,6 A	10,8 A	82,3 A	32,8 A	19,0 A	148,7 A	3393 A	197,8 B	831,7 A	1838,6 A
II	91,6 A	7,7 A	7,8 B	23,8 A	8,6 A	106,5 B	1235 A	1514,3 A	420,1 A	1350,7 A
III	67,1 A	9,4 A	60,4 A	34,4 A	9,0 A	151,7 A	1058 A	186,6 B	698,7 A	1306,7 A
C. V. (%)	65,6	60,1	53,1	64,9	78,9	23,2	181,3	113,8	145,4	121,8

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0.05$ ).

A eficiência de utilização de nutrientes na produção de rizoma (Tabela 8) diferiu entre povoamentos para N, sendo os povoamentos I e III, sob maior densidade de plantas, mais eficientes, e para K, em que o povoamento II foi mais eficiente.

N foi o nutriente menos eficientemente usado, o que é explicado pelo alto conteúdo nesse componente de biomassa.

## 6. CONCLUSÕES

O estudo da eficiência nutricional em plantios de bambu, que variavam na densidade de plantio e na declividade do terreno, permitiu as seguintes conclusões:

- . A declividade elevou a absorção de P, K e Ca e a exportação de todos nutrientes.
- . Maior densidade de plantas elevou a absorção apenas de K e não afetou a exportação de nutrientes.
- . O K é o nutriente mais exportado pelo seu maior conteúdo, seguido do N, Ca, P e Mg, sendo especialmente importante no cálculo da adubação com base na eficiência de utilização pelas plantas.
- . A eficiência de utilização de nutrientes na biomassa total e comercial não variou entre povoamentos. Assim, a eficiência de absorção é mais decisiva na produtividade, nas condições da pesquisa.
- . A quantidade de nutrientes devolvidas ao solo pelas folhas em rotação curta não variou entre povoamentos, mas é importante em especial para N. A eficiência de utilização de nutrientes nas folhas variou apenas para o P. A fertilização é importante para a manutenção da produtividade, pois a reposição de nutrientes não compensa a exportação.
- . A quantidade de nutrientes na manta orgânica pode variar entre povoamentos, sendo maior para o povoamento em declive e para N. A eficiência de utilização de nutrientes na manta orgânica variou apenas para N, um elemento chave na decomposição orgânica.
- . O rizoma apresentou os maiores conteúdos de nutrientes, em relação a cada componente de biomassa. O N é o nutriente menos eficientemente usado no rizoma, devido ao seu relativamente alto conteúdo.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, N. F.; BRAGA, J. M.; BRANDI, R. M.; DEFELIPO, B. V. Produção de eucalipto em solos de cerrados em resposta à aplicação de NPK e de B e Zn. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 5, n. 1, p. 90-103, 1981.

BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M. Interpretação de análises químicas de solo para o crescimento de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 6, n. 1, p. 38-44, 1982.

BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; CARMO, D. N.; NEVES, J. C. L. Classificação nutricional de sítios florestais – descrição de uma metodologia. Viçosa. **Revista Árvore**, v. 10, n. 1, p. 112-20, 1986.

BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F. Adubação mineral e produtividade florestal em área de reforma de eucaliptos. IN SEMINÁRIO SOBRE ASPECTOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS DA REFORMA DE EUCALIPTOS, Viçosa, 1987. **Anais...** Viçosa, UFV-SIF, 1988. p. 74-80.

BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L. Fertilização e correção do solo para o plantio de eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Eds.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Ed. Folha de Viçosa, p. 1-24, 1990.

BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 21, n. 113, p. 73-85, 1974.

FRANÇA, F. S.; POGGIANI, F. Distribuição de biomassa e dos macronutrientes em três espécies de eucalipto plantadas em diferentes espaçamentos. In: BARROS, N. F. (Coord.). **FLORESTAS PLANTADAS NOS NEOTRÓPICOS COMO FONTE DE ENERGIA**, 1983, VIÇOSA. **Resumos...** VIÇOSA: UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 1983, p. 450-451

KLEINHENZ, V.; MIDMORE, D. J. Aspects of bamboo agronomy. **Advances in Agronomy**, Canberra, v. 74, p 99-149, 2001.

MELLO, F. De A. F. de et alli. **Fertilidade do solo**. Piracicaba, Nobel, 1987. 400 p.

MOURA, O. N. **Distribuição de Biomassa, nutrientes e eficiência nutricional em povoamentos de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.)**. Recife: UFRPE, 1999. 52 p. Dissertação (Mestrado em Solos) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1999.

REZENDE, G. C.; BARROS, N. F.; MORAES, T. S.; MENDES, C. J. Produção e macronutrientes em florestas de eucalipto sob duas densidades. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 7, n. 2, p. 165-176, 1983.

TEIXEIRA, J. L. **Conteúdo de nutrientes e produção de eucalipto em diferentes ambientes do Rio Doce – MG**. Viçosa, UFV, 1987. 70 p. Dissertação (Mestrado em Solos) – Universidade Federal de Viçosa, 1987.