

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Biomassa e estoque de nutrientes em plantio comercial de *Bertholletia
excelsa* Bonpl. na Amazônia Central

Bolsista: Antonio Carlos Costa Linhares FAPEAM

MANAUS

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO À PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL
PIB-A/0039/2013

Biomassa e estoque de nutrientes em plantio comercial de *Bertholletia
excelsa* Bonpl. na Amazônia Central

Bolsista: Antonio Carlos Costa Linhares FAPEAM

Orientador: Prof. Dr. Marciel José Ferreira

MANAUS

2014

Resumo

Plantios florestais são sistemas abertos sujeitos a um grande número de entradas e saídas de elementos químicos, muitos deles reconhecidos como nutrientes essenciais ao crescimento vegetal. A biomassa é o principal mecanismo de conservação de nutrientes em regiões tropicais e na Amazônia tem papel fundamental, uma vez que a fertilidade dos solos dessa região é altamente dependente da ciclagem de nutrientes. O presente estudo foi realizado em um povoamento de *Bertholletia excelsa* no município de Itacoatiara, AM, com o objetivo de investigar a exportação de biomassa e nutrientes removidos a partir do primeiro desbaste em plantio adensado de *Bertholletia excelsa* aos 8 anos. Para tanto, foram analisadas a partir do método destrutivo 20 árvores. As árvores foram selecionadas considerando a distribuição diamétrica do plantio e separadas entre os compartimentos fuste, galhos finos e folhas. Cada compartimento teve sua biomassa fresca mensurada em campo. Para a determinação dos teores de nutrientes as alíquotas foram submetidas à secagem em estufa (60-65°C) até a obtenção de massa constante, sendo posteriormente moídas e acondicionadas para análises. A biomassa total exportada foi 16,1 Mg ha⁻¹. A ordem predominante de exportação de biomassa foi: fuste (madeira + casca) > galhos finos > folhas. Considerando-se a biomassa total, o estoque de nutrientes obedeceu a seguinte ordem de acúmulo: N > Ca > K > Mg > P > Mn > Fe > Zn > Cu; ao passo que, para o estoque de nutrientes entre os diferentes componentes, obteve-se a sequência: fuste (madeira + casca) > galhos finos > folhas. Os componentes da copa (galhos e folhas), apesar de acumularem apenas 31,5% da biomassa total, representaram 57% do estoque total de nutrientes, o que sugere a manutenção desses componentes na área de plantio em operações de desbaste florestal desta espécie.

Palavras-chave: Reflorestamento, Castanheira-da-amazônia, desbaste.

Sumário

1	Introdução	5
2	Material e métodos	6
2.1	Área de estudo: Localização e histórico	6
2.2	O plantio	6
2.3	Determinação da biomassa e estoque de nutrientes	7
2.4	Delineamento experimental e análises estatísticas	9
3	Resultados e discussão	9
3.1	Biomassa.....	9
3.2	Estoques de nutrientes.....	10
4	Conclusões	12
5	Referências.....	12
6	Cronograma executado.....	14

1 Introdução

Plantios florestais são sistemas abertos sujeitos a um grande número de entradas e saídas de elementos químicos, muitos deles reconhecidos como nutrientes essenciais ao crescimento vegetal (EPSTEIN e BLOOM, 2006; PALLARDY, 2008). As entradas de nutrientes nos sistemas podem ocorrer através das deposições atmosféricas (secas e úmidas), intemperismo geológico, fixação biológica de nitrogênio e fertilização, enquanto que as saídas incluem a volatilização pelas queimadas ou pela desnitrificação, lixiviação e erosão hídrica, assim como, a colheita da biomassa (PRITCHETT, 1990).

A biomassa é o principal mecanismo de conservação de nutrientes em regiões tropicais e na Amazônia tem papel fundamental, uma vez que a fertilidade dos solos dessa região é altamente dependente da ciclagem de nutrientes (JORDAN, 1958; VITOUSEK, 1984; PRITCHETT, 1990). Em casos em que a matéria orgânica é retirada do solo, tem se observado uma tendência que se inicia com a redução da capacidade produtiva do sítio e finaliza com sua completa degradação (FERREIRA *et. al.*, 2012).

Desse modo, o conhecimento da distribuição da biomassa e do estoque de nutrientes nos diferentes componentes e nas distintas fases de desenvolvimento dos povoamentos florestais pode subsidiar práticas que visam a manutenção e o incremento da produtividade dos plantios florestais, tal como os tratamentos silviculturais de desbaste (SCHUMACHER *et. al.*, 2013). Assim, os objetivos dessa pesquisa foram: i) investigar a exportação de biomassa e nutrientes removidos a partir do primeiro desbaste em plantio adensado de *Bertholletia excelsa*, aos 8 anos, no município de Itacoatiara, AM. ii) analisar a distribuição de biomassa entre os

compartimentos folhas, galhos finos, e fuste; e iii) determinar os estoques de nutrientes em cada compartimento (folhas, galhos finos e fuste).

2 Material e métodos

2.1 Área de estudo: Localização e histórico

O plantio pertence a Empresa Agropecuária Aruanã S. A. que está localizada entre as coordenadas 3° 4' de latitude Sul e 58° 45' de longitude O de Greenwich, distante 213 km a leste de Manaus pela rodovia AM – 010. O clima da região é do tipo Amw, que corresponde ao clima tropical e úmido, em que a temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C e a diferença de temperatura entre o mês mais quente e o mais frio chega ao máximo de 8°C (KÖPPEN, 1948).

A área foi coberta por Floresta Ombrófila Densa até o início dos anos 70. Na metade desta década iniciou-se a conversão da área de floresta a pastagens. Em 1977, devido a degradação das pastagens e, conseqüentemente, baixa produtividade agropecuária, buscou-se uma alternativa agrícola sustentável para estas áreas que após 3 anos de uso se tornavam improdutivas.

Em 1981 foram implantados os primeiros povoamentos de castanheira, que inicialmente foram plantadas no espaçamento 20 x 20 m. A partir de 1985, os plantios começaram a ser realizados em espaçamento 10 x 10 m. Atualmente, a empresa possui dois diferentes sistemas de plantio, sendo cerca de 318.000 árvores enxertadas para a produção de frutos e outras 939.000 para a produção de madeira, que serão necessariamente submetidas ao desbaste.

2.2 O plantio

O plantio foi realizado no período de 2004-2005 em área de 0,3 hectares. Foram utilizadas mudas de sete meses de idade, com altura média de 30 cm,

produzidas no viveiro da própria empresa. O espaçamento de plantio foi 2,5 x 1,5 m. As mudas não foram adubadas. O controle da vegetação secundária na área do plantio é feito por meio de roçagem mecanizada, duas vezes ao ano.

Para o estudo foram alocadas na área do plantio 8 parcelas amostrais medindo 750 m² (25 x 30 m), o que corresponde a 144 árvores. Nestas parcelas foi realizado o desbaste, em que foi retirado 50% da área basal do povoamento. Das árvores cortadas, foram selecionadas 20 para as avaliações de biomassa e do estoque de nutrientes. As árvores foram selecionadas com base na distribuição diamétrica de modo que estas fossem representativas da população amostrada.

2.3 Determinação da biomassa e estoque de nutrientes

A biomassa viva acima do solo foi quantificada a partir do método destrutivo com simples separação (HIGUCHI *et. al.*, 1998; SANQUETTA, 2002). A metodologia utilizada para a coleta das amostras foi a mesma utilizada por COSTA (2010), ou seja, as árvores foram compartimentadas em folhas, galhos finos ($\varnothing < 10$ cm) e fuste.

Em seguida, dos compartimentos folhas e galhos finos foram retiradas alíquotas, quando possível, de 3,0 e 5,0 kg, respectivamente. Do fuste as alíquotas foram compostas por discos de aproximadamente 5,0 cm de espessura, seccionados a 0% (base), 50% e 100% (ápice). Cada compartimento teve sua biomassa fresca mensurada em campo.

Para a determinação da biomassa seca as alíquotas foram submetidas à secagem em estufa com ventilação forçada e temperatura controlada entre 100 - 105°C, por um período mínimo de 72 horas, até a obtenção de massa constante (HIGUCHI *et. al.*, 1998).

De posse dos dados de biomassa seca e fresca, para cada compartimento das árvores cortadas, foi calculada a biomassa seca conforme a equação abaixo:

$$B_{total} = B_{fresca} \times (B_{aliquota}/B_{fresca})$$

Em que:

B_s (kg) = Biomassa seca;

B_f (kg) = Biomassa fresca.

Para a determinação dos teores de nutrientes, as alíquotas foram secas em estufa com ventilação forçada e temperatura controlada entre 60-65°C até atingir massa constante (ANDERSON & INGRAM, 1989; MIYAZAWA *et. al.*, 1999). Após a secagem, o material foi moído em moinho tipo Willey e acondicionado em sacos de papel. Os nutrientes K, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu e Zn foram extraídos por via úmida (solução digestora nitroperclórica: HNO₃ mais HClO₄ (MALAVOLTA, 2006). A quantificação foi realizada por espectrofotometria de absorção atômica (Perkin Elmer 1100 B), com chama de ar-acetileno. O P foi determinado pelo método molibdato de amônio e a leitura realizada em espectrofotômetro Shimadzu UV-VIS-120-01 (EMBRAPA, 1999; MIYAZAWA *et. al.*, 1999). O nitrogênio foi determinado pelo método de Kjeldahl.

Os estoques de nutrientes foram calculados a partir de multiplicação dos teores de nutrientes pela biomassa acumulada em cada compartimento. As estimativas por hectare foram obtidas considerando o número de árvores desbastadas no universo de 2.667 árvores (espaçamento 2,5 x 1,5 m).

2.4 Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com três tratamentos (componentes analisados) e 20 repetições. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e suas médias comparadas por meio do teste *Tukey* ($P < 0,05$). Todas as análises foram realizadas no programa Statistica 7 (StatSoft, 2004).

3 Resultados e discussão

3.1 Biomassa

A biomassa total exportada foi 16,1 Mg ha⁻¹. A ordem de exportação de biomassa pelos componentes aéreos das árvores de *Bertholletia excelsa* foi: fuste (madeira + casca) (68,5%) > galhos finos (19,4%) > folhas (12,1%) (Tabela 1). Trata-se de uma distribuição típica de povoamentos florestais maduros que, em geral caracterizam-se pelo maior acúmulo de biomassa no tronco (60-80%) (REIS e BARROS, 1990; MILLER, 1995; GONÇALVES *et. al.*, 2004).

Barros Filho (2003), avaliando a distribuição de biomassa em plantios de *Pinus taeda* de 2, 4 e 6 anos de idade, estimou a biomassa de tronco (casca e madeira) em 54,7%, 57% e 62,2%, ao passo que a biomassa de acículas foi de 31%, 20,9% e 16,8%, respectivamente; mostrando nítida inversão na prioridade de alocação de fotoassimilados com a idade dos povoamentos.

Valeri (1988), estudando o efeito da idade na distribuição de biomassa em povoamentos de *Pinus taeda*, por ocasião dos desbastes, verificou entre povoamentos de 7 e 14 anos de idade, diminuição da biomassa relativa de acículas, galhos e casca, respectivamente: de 13% para 5,1%, de 23% para 15,3% e de 7,4% para 6,2%; enquanto a biomassa de madeira aumentou de 56,6% para 73,4%. A

mesma tendência também foi verificada por outros autores em povoamentos de *Eucalyptus grandis* e de *Pinus taeda* (PEREIRA *et. al.*, 1984; ZHANG *et. al.*, 2004; MARTIN e JOKELA, 2004).

Tabela 1: Biomassa de um plantio de *Bertholletia excelsa*, aos 8 anos no Amazonas - AM.

Biomassa (Mg ha ⁻¹)	Classes diamétricas (cm)			
	1,3 – 5,6	5,6 – 9,9	9,9 – 14,2	14,2 – 18,6
Folhas	0,35 ± 0,28 ^b	1,70 ± 1,01 ^b	1,79 ± 1,25 ^b	2,81
Galhos Finos	0,58 ± 0,26 ^b	2,43 ± 5,32 ^b	4,26 ± 1,69 ^b	4,95
Fuste	2,27 ± 1,52 ^a	10,78 ± 2,00 ^a	20,56 ± 7,56 ^a	17,51

* Valores seguidos da mesma letra entre compartimentos na mesma classe não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

3.2 Estoques de nutrientes

Considerando-se a biomassa total, o estoque de nutrientes obedeceu a seguinte ordem de acúmulo: N > Ca > K > Mg > P > Mn > Fe > Zn > Cu; ao passo que, considerando o estoque de nutrientes na comparação entre os diferentes componentes, obteve-se a sequência predominante: fuste (madeira + casca) > galhos finos > folhas (Tabela 2).

A sequência de acúmulo observada neste trabalho, para os três nutrientes mais abundantes N > Ca > K, coincide com os resultados apresentados por Witschoreck (2008) e Caldato (2011), para povoamentos de *Pinus taeda* com 17 e 13 anos de idade, respectivamente,. No caso dos micronutrientes, a sequência de acúmulo obtida neste trabalho foi a mesma apresentada por Caldato (2011) e Oki (2002) para povoamentos de *Pinus taeda* de 13 e 25 anos de idade.

Em termos percentuais, devido à grande diferença no teor de nutrientes entre os componentes das árvores, o padrão de distribuição do estoque de nutrientes, considerando copa (folhas + galhos) e fuste, não repete o padrão de acúmulo de biomassa (REIS e BARROS, 1990). Os componentes da copa (galhos e folhas),

apesar de acumularem apenas 31,5% da biomassa total, representam 57% do estoque total de nutrientes. Por sua vez, de modo mais marcante, as folhas com apenas 12,1% da biomassa, acumularam cerca de 19,5% dos nutrientes, com destaque para N, K e Ca, com 21,6%, 7,25% e 5,72%, respectivamente. Por outro lado, devido à menor concentração de nutrientes em relação aos componentes da copa, o fuste representou 68,5% da biomassa total e 43% do estoque de nutrientes. Essas informações são corroboradas pela literatura, entre outros autores, Valeri (1988), Oki (2002), Bizon (2005), Voiglaender (2007), Witschoreck (2008) e Caldato (2011). Segundo Bellote e Silva (2004), a concentração dos nutrientes nos componentes da biomassa está relacionada com suas funções, apresentando geralmente o seguinte gradiente: folha > casca > ramo > tronco (alburno > cerne). Ao passo que Marschner (2012) afirma que as folhas são o grande centro metabólico da planta, o que justifica o predomínio dos teores mais elevados de nutrientes, enquanto os teores mais baixos estão associados a componentes que têm função predominantemente estrutural ou de condução, a exemplo do lenho e dos galhos (BINKLEY, 1986).

Tabela 2: Estoque de nutrientes nos diferentes compartimentos de *Bertholletia excelsa* em plantio, aos 8 anos no Amazonas - AM.

Nutrientes	Compartimento		
	Folhas	Galhos Finos	Fuste
N	7,0 ± 1,4 ^{ab}	3,0 ± 0,6 ^b	9,3 ± 1,5 ^a
P	0,3 ± 0,1 ^{ab}	0,2 ± 0,0 ^b	0,5 ± 0,1 ^a
K	2,3 ± 0,4 ^b	2,3 ± 0,3 ^b	6,9 ± 0,9 ^a
Ca	1,9 ± 0,5 ^b	4,2 ± 1,0 ^b	7,9 ± 1,3 ^a
Mg	1,0 ± 0,2 ^a	1,0 ± 0,2 ^a	1,5 ± 0,4 ^a
Fe	22,4 ± 4,1 ^b	23,7 ± 5,9 ^b	76,7 ± 13,4 ^a
Cu	3,2 ± 0,7 ^b	5,5 ± 1,5 ^b	10,4 ± 1,7 ^a
Zn	8,9 ± 1,6 ^b	19,6 ± 4,1 ^a	22,5 ± 4,3 ^a
Mn	40,8 ± 9,8 ^b	99,8 ± 19,8 ^a	48,5 ± 9,0 ^b

* Valores seguidos da mesma letra entre compartimentos para cada nutriente não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

4 Conclusões

A ordem de exportação de biomassa em plantio de *Bertholletia excelsa* aos 8 anos foi: fuste (madeira + casca) > galhos finos > folhas; sendo o mesmo padrão predominante de distribuição para o estoque de nutrientes. Enquanto a ordem de exportação de nutrientes foi: N > Ca > K > Mg > P > Mn > Fe > Zn > Cu. O fato de aproximadamente 57% dos estoques totais de nutrientes estarem contidos na copa (galhos + folhas) sugere a manutenção desses compartimentos na área de plantio em operações de desbaste florestal desta espécie.

5 Referências

Anderson, J.M.; Ingram, J.S.I. 1989. *Tropical soil and fertility: A handbook of methods*. CAB International, Unesco, UK. 171 pp

Costa J. R.; Castro A. B. C.; Wandelli, E. V.; Coral, S. C. T.; Souza, S. A. G.; 2009. *Aspectos silviculturais da castanha-do-Brasil (Bertholletia excelsa) em sistemas agroflorestais na Amazônia Central*. *Acta Amazonica*, 39: 843-850.

Costa, K. C. P. da; Bastos, R. P.; Ferraz, J. B. S; 2010. *Distribuição de Biomassa em Compartimentos Arbóreos de Três Espécies do Gênero Parkia Plantadas sobre Área Degradada na Amazônia Central*. In: Anais do VII Simpósio Nacional Sobre Recuperação de Áreas Degradadas: Reabilitação e Restauração de Biomas. Guarapari, Espírito Santo. 231 – 235.

Embrapa. 1999. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Embrapa Solos. Brasília, DF. 370 pp.

Epstein, E.; BLOOM, A. J. *Nutrição mineral de plantas*. Londrina, Ed. Planta, 2006. 403 p.

Ferreira, C.A. *et. al.*, *Pesquisas sobre nutrição de pínus no Sul do Brasil*. Revista da Madeira, n.83, 2004.

Ferreira, M. J.; Gonçalves, J. F. C.; Ferraz, J. B. S. 2012. *Crescimento e eficiência do uso da água de plantas jovens de castanheira-da-amazônia em área degradada e submetidas à adubação*. *Ciência Florestal*, 22: 393-401.

Gonçalves, J. L. de M.; Beneditti, V. 2000. *Nutrição e fertilização florestal*. 1 ed. Piracicaba: Instituto Nacional de Pesquisas e Estudos Florestais. 498 pp.

Higuchi, N. Santos, J. dos; Ribeiro, F. J.; Minette, L.; Biot, Y. 1998. *Biomassa da Parte Aérea da Vegetação da Floresta Tropical Úmida de Terra-Firme da Amazônia Brasileira*. *Acta Amazonica*, 28: 153-163.

Köppen, W. 1948. *Climatologia: Um Estúdio de los Climas de la Tierra*. Fondo de Cultura Econômica, México. 478 pp.

Miyazawa M.; Pavan, M.A.; Muraoka, T.; Carmo, C.A.F.S. do; Mello, W.J. de. 1999. *Análises Químicas de Tecido Vegetal*. In: Silva, F.C. (Ed). *Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes*, Embrapa Solos. Embrapa Informática Agropecuária. Brasília/DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p. 172-223.

Mori S A (1992) The Brazil nut industry - past, present, and future. In: Plotkin, M. & Famolare, L. (Eds.). *Sustainable Harvest and Marketing of Rain Forest Products*, Island Press, Washington, D.C., p. 241 – 251.

Mori, S.A., Prance, G.T.: *Taxonomy, Ecology, and Economic Botany of the Brazil nut (Bertholletia excelsa Humb. and Bonpl.: Lecythidaceae)*. - *Adv. Econ. Bot.* 8: 130-50, 1990.

Müller, C. H.; Figueirêdo, F. J. C.; Kato, A. K.; Carvalho, J. E. U. de; Stein, R. L. B.; Silva, A. de B. *A cultura da castanha-do-brasil*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental, 65p. 1995. (Coleção Plantar, 23)

Pallardy, S. *Physiology of woody plants*. San Diego: Academic Press, 2008. 454 p.

Qualis B1

8 Preparação da
Apresentação Final para o
Congresso X
