



Efeitos do clima sobre o incremento diamétrico de Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* – Fabaceae) em plantios comerciais

Iracema Maria CORDEIRO¹, Gustavo SCHWARTZ^{2*}, Paulo Luiz BARROS¹

¹Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA, Brasil.
(ORCID: 0000-0002-9181-264X; 0000-0003-2006-838X)

²Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA, Brasil.

*E-mail: gustavo.schwartz@embrapa.br (ORCID: 0000-0002-1717-4491)

Recebido em 01/09/2019; Aceito em 29/12/2019; Publicado em 13/04/2020.

RESUMO: O entendimento das interações ambientais entre variáveis climáticas como precipitação, radiação fotossinteticamente ativa, temperatura e umidade relativa e espécies florestais possibilita o melhoramento do desempenho silvicultural. Neste trabalho, realizado na fazenda Tramontina, Pará, Brasil, foram avaliados os efeitos combinados destas variáveis climáticas sobre o incremento diamétrico do Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) em monocultivo e em associação com Freijó (*Cordia goeldiana*), Mogno (*Swietenia macrophylla*) combinadas ou não com a espécie agrícola Curauá (*Ananas comosus* var. *erectifolius*). O monitoramento do incremento foi por meio da variável diâmetro à altura do peito (DAP) (1,30 m do solo). A partir desta variável, foram calculados os (i) incremento periódico semestral em diâmetro (IPSDAP) e (ii) incremento médio anual em diâmetro (IMADAP). Foi aplicada a análise de variância (ANOVA) e teste de médias Student Newman Keuls-SNK e as variáveis climáticas foram correlacionadas com o IPSDAP. O aumento da radiação e precipitação influenciou positivamente no incremento diamétrico do Paricá. As plantas cultivadas em sistemas agroflorestais obtiveram maior IMADAP que plantas cultivadas em outros sistemas de cultivo. Assim, o incremento diamétrico está diretamente correlacionado com as variáveis climáticas, sendo influenciados positivamente quando aumenta a radiação e temperatura seguidas por precipitação, independentemente da idade e do sistema de cultivo.

Palavras-chave: Amazônia; crescimento diamétrico; povoamentos agroflorestais; variáveis climáticas.

Climate effects over diameter increment of Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* – Fabaceae) in commercial plantations

ABSTRACT: The understanding of environmental interactions between climate variables as precipitation, photosynthetically active radiation, temperature, relative humidity and tree species makes possible to improve their silvicultural performance. In this work, carried out in Tramontina farm, Pará state, Brazil, was assessed the combined effects of these climate variables over the diameter increment of Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) in monoculture and in association with Freijó (*Cordia goeldiana*), Mahogany (*Swietenia macrophylla*) combined or not with the agricultural crop Curauá (*Ananas comosus* var. *erectifolius*). The monitoring of the increment was through the variable diameter at breast height (DBH) (1.30 m from the soil). From this variable, periodic semester increments in diameter (PSIDBH) and periodic annual increment in diameter (PAIDBH) were calculated. The analysis of variance (ANOVA) was applied and the test of means Student Newman Keuls-SNK and the climate variables were correlated with PSIDBH. The increase of radiation and precipitation influenced positively the diameter increment of Paricá. The plants cultivated in agro-forest systems reached higher PAIDBH than plants cultivated in other cultivation systems. Therefore, the diameter increment is directly correlated with climate variables, which is influenced positively when radiation and temperature increase and are followed by precipitation, regardless their age and cultivation system.

Keywords: Amazonia; growth in diameter; agro-forest stands; climate variables.

1. INTRODUÇÃO

Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) é uma espécie arbórea da família Fabaceae a qual apresenta ampla distribuição geográfica nas Américas do Sul e Central. No Brasil, o Paricá é encontrado naturalmente nos estados do Amazonas, Pará, Mato Grosso, Rondônia e Acre com domínios fitogeográficos na Amazônia. Fora de sua área de distribuição natural, a espécie

foi introduzida na Costa Rica, Fiji, Indonésia, Quênia, Sri Lanka e Estados Unidos (ICRAF, 2006).

O Paricá é uma árvore heliófila, caducifólia de grande porte (15-40 m de altura e 50-100 cm de diâmetro) que se destaca de forma marcante em florestas primárias e secundárias de terra firme e várzea alta. Árvores de Paricá apresentam fuste reto e cilíndrico, pouca tortuosidade, de crescimento rápido e de boa adaptação às condições do

ambiente (SCHWARTZ et al., 2017). Tais características são favoráveis à utilização da espécie em cultivos florestais e agroflorestais. Desta forma, o conhecimento sobre o comportamento do Paricá sob a influência de fatores climáticos poderá ajudar na determinação das melhores fases de plantio e aplicação de tratamentos silviculturais para melhores rendimentos em plantios comerciais.

Oliveira et al. (2010) ressaltam que inúmeros fatores ambientais bióticos e abióticos regulam o crescimento das plantas, dos quais, a luz cumpre funções cruciais. Além da luz, temperatura e umidade, espaços físicos, edáficos, topográficos, tamanho e constituição genética das árvores, histórico de desenvolvimento da floresta e fatores relacionados à competição como, por exemplo, a densidade do povoamento, influencia no desenvolvimento dos indivíduos. Para Martinkoski et al. (2015) a temperatura do ar e a precipitação se destacam como as variáveis climáticas que desempenham maior influência sobre o crescimento diamétrico de diversas espécies de clima temperado e subtropical e, muitas vezes, no crescimento de espécies de clima tropical.

As condições climáticas durante o ciclo de cultivo são as principais responsáveis pela variação na produção. Precipitação, temperatura do ar, umidade, radiação solar, fotoperíodo e vento são variáveis meteorológicas que, além de influenciar diretamente no crescimento, no desenvolvimento e na produtividade futura dos plantios, muitas vezes levam à ocorrência de pragas e doenças, limitando o crescimento das plantas. Portanto, entender como esses fatores naturais interagem com os plantios de Paricá é fundamental para o sucesso de sistemas produtivos na região amazônica. Ademais, especificamente com o Paricá, raros são os estudos que abordam os efeitos dos elementos clima em condições de plantio. Entretanto, para as espécies amazônicas, a maioria dos trabalhos como os realizados por Gondin et al. (2015), Roweder et al. (2015) e Butzke et al. (2018) está relacionado ao comportamento das plantas em viveiros. Assim, se faz necessário analisar como essas espécies potenciais para o reflorestamento se desenvolvem em condições adversas de forma a se manter um crescimento volumétrico economicamente viável. Estudos sobre incremento diamétrico são uma ferramenta indispensável, uma vez que apresentam o quanto uma floresta e/ou determinada espécie cresce em diâmetro por um dado intervalo de tempo (MACHADO et al., 2014).

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito combinado de variáveis climáticas sobre o incremento diamétrico de Paricá em povoamentos florestais e agroflorestais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização do local de estudo

A área de estudo pertence à empresa Tramontina Belém S.A. e está localizada no município de Aurora do Pará (região Nordeste Paraense, alto rio Guamá, coordenadas: 2°10'00" S e 47°32'00" W), PA, Brasil (Figura 1).

O solo da área de estudo é classificado como Latossolo Amarelo com ocorrência de concrecionário laterítico em algumas áreas e solos hidromórficos ao longo dos córregos (BRASIL; CRAVO, 2007). De acordo com a classificação de Köppen, o tipo climático predominante na região é Am3, definido como tropical úmido (ANDRADE et al., 2017). A

média anual da precipitação pluviométrica nos últimos 16 anos foi de 3.000 mm, temperatura média anual de 26 °C e umidade relativa média de 82%.

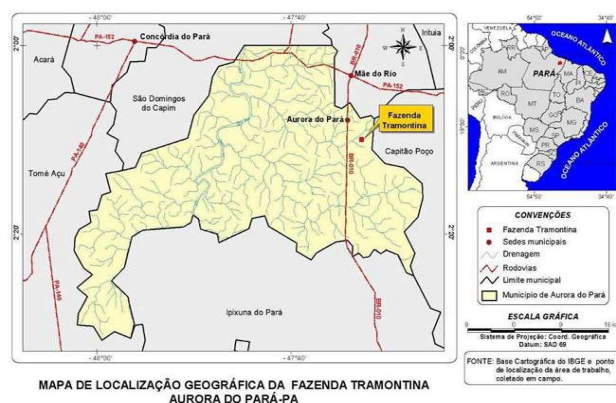


Figura 1. Localização da área de estudo no Campo Experimental Tramontina Belém, S.A, município de Aurora do Pará, estado do Pará, Brasil.

Figure 1. Location of the study area in the Campo Experimental Tramontina Belém, S.A, municipality of Aurora do Pará, state of Pará, Brasil.

2.2. Desenho experimental

Como componente dos sistemas testados, foram utilizadas as espécies florestais Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* – Fabaceae), Freijó (*Cordia goeldiana* – Bignoniaceae), Mogno (*Swietenia macrophylla* – Meliaceae) nos anos zero, um e dois de plantio, que combinadas ou não com a espécie agrícola Curauá (*Ananas comosus* var. *erectifolius* – Bromeliaceae) formaram diferentes sistemas de cultivo. No total, foram seis sistemas de cultivo, doravante denominados: (i) Monocultivo de Paricá (Moncp); (ii) Sistema Agroflorestal Paricá e Curauá (SAFpc); (iii) Consórcio Florestal Paricá e Freijó (CFpf); (iv) Sistema Agroflorestal Paricá, Freijó e Curauá (SAFpfc); (v) Consórcio Florestal Paricá, Mogno e Freijó (CFpmf) e (vi) Sistema Agroflorestal Paricá, Mogno, Freijó e Curauá (SAFpmfc) (Tabela 1).

Tabela 1. Sistemas, idade e número de indivíduos de Paricá utilizados no plantio experimental.

Table 1. Systems, age, and number of Paricá's individuals used in the experimental planting.

Sistema	Grupos	Idade(anos)		Nº de plantas	
		Inicial	Final	Plantadas	Mensuradas
Moncp	A	0	3	196	96
SAFpc				196	96
CFpf				160	96
SAFpfc	B	1	4	160	96
CFpmf				160	96
SAFpmfc				160	96

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com parcelas de 18 m x 24 m com quatro repetições por tratamento, perfazendo um total de 24 parcelas em 10.368 m² de área experimental amostrada. Nos sistemas foram utilizados 1.032 indivíduos de Paricá, 96 de Freijó, 40 de mogno e 9.758 plantas de Curauá, porém, para este estudo, apenas as plantas de Paricá foram monitoradas.

2.3. Preparo da área e tratos culturais

O experimento foi instalado durante a estação chuvosa em janeiro de 2003. Foi realizada a limpeza da vegetação

baixa seguido de gradação, aragem e plantio no espaçamento de 4 m x 3 m para as espécies florestais e de 0,50 m x 0,80 m para a cultura agrícola. No plantio foi utilizada adubação orgânica de 500g/cova de esterco bovino e 150g/cova de cama de galinha para as espécies florestais e para a espécie agrícola, respectivamente. O controle da “matocompetição” foi através de capina mecânica (monocultivo e consórcios) e manual (sistema agroflorestal) seguido de coroamentos e adubações de cobertura de 150g/planta de NPK (10:20:20) e de 30g/planta de NPK (10:10:10), para as espécies florestais e para o Curauá, respectivamente. Essas atividades foram realizadas três vezes no primeiro ano e duas vezes por ano no segundo e terceiro ano.

2.4. Coleta e análise de dados

As variáveis climáticas como precipitação pluviométrica (PP), temperatura (T) e umidade relativa (UR) foram obtidas dos registros diários da empresa. Também foram realizadas medições da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) duas vezes ao ano (estação chuvosa e estação menos chuvosa), com o uso de um sensor quantum LI-190 AS e um par de medidor LI-Light Meter. Para tanto se estabeleceu aleatoriamente, em cada tratamento, 10 pontos de medição que foram monitorados no período de 7:00 a 16:00 h, a cada seis meses.

Para o estudo de crescimento em diâmetro todas as plantas de Paricá foram numeradas e medidas aos 6, 12, 18, 24, 30 e 36 meses após a implantação do experimento, sendo a última avaliação feita quando as plantas estavam com 3, 4 e 5 anos de plantio. O diâmetro a altura do peito (DAP a 1,30 m do solo) foi medido utilizando uma suta, foram feitas duas medidas ortogonais, das quais se extraiu a média aritmética. A partir dessa variável foi obtido o incremento periódico semestral em diâmetro (IPSDAP) e o incremento médio anual em diâmetro (IMADAP) obtido por meio das equações (1) e (2):

$$\text{IPSDAP} = Y_t - Y_{t-1} \quad (01)$$

$$\text{IMADAP} = Y_t/t \quad (02)$$

em que: Y_t = dimensão da variável no ano considerado; Y_{t-1} = dimensão da variável no semestre anterior; t = idade.

Para as análises estatísticas os dados foram separados em três grupos, em função da idade dos sistemas de plantio, a fim de reduzir o efeito dos componentes ontogenéticos sobre a comparação (Tabela 1). Os dados foram analisados por meio de um modelo linear geral (GLM), testado via ANOVA e ordenados segundo o teste de comparação múltipla SNK e através de correlação de Pearson entre o incremento periódico semestral das árvores com as variáveis climáticas: precipitação (PP), radiação fotossinteticamente ativa (RAF), umidade relativa (UR) e temperatura (T). O valor de significância adotado foi de 5% ($\alpha=0,05$).

3. RESULTADOS

3.1. Variáveis climáticas da área de estudo

Os dados das variáveis climáticas, precipitação (PP), radiação fotossinteticamente ativa (RFA), temperatura (T) e umidade relativa (UR) para o período de avaliação do experimento são apresentadas nas Figuras 2 e 3. Observa-se

que não há um período totalmente seco, apenas os períodos de 6-12 e 30-36 meses apresentam menor índice pluviométrico e, por conseguinte, elevada RFA, maior T e menor UR.

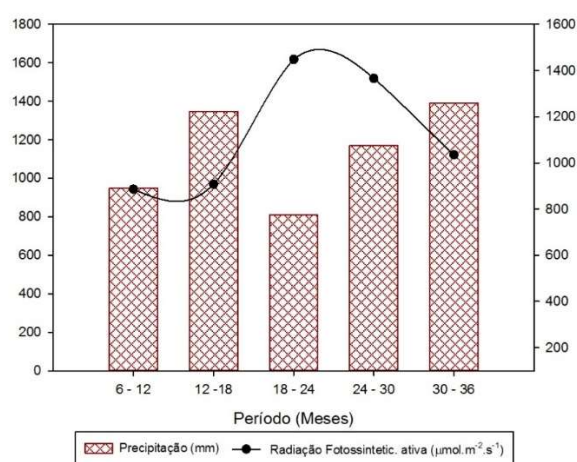


Figura 2. Variação da precipitação pluviométrica e radiação fotossinteticamente ativa no período de 6 a 36 meses (junho de 2003 a janeiro de 2006), Campo Experimental Tramontina Belém, S.A, Aurora do Pará, PA, Brasil.

Figure 2. Variation of the pluviometric precipitation and photosynthetically active radiation in the period of 6 to 36 months (June 2003 to January 2006), Campo Experimental Tramontina Belém, S.A, Aurora do Pará, PA, Brazil.

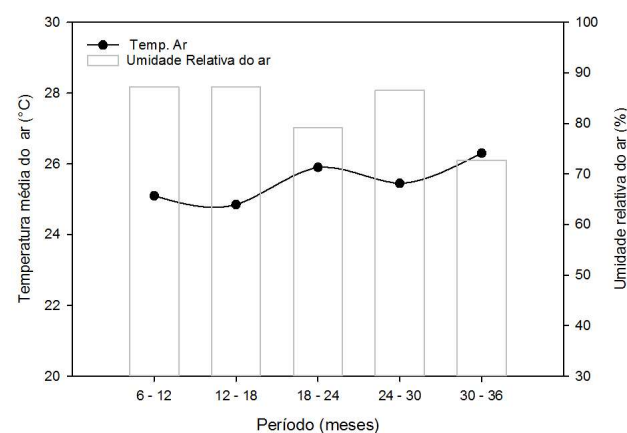


Figura 3. Variação da temperatura e umidade no período de 6 a 36 meses (junho de 2003 a janeiro de 2006), Campo Experimental Tramontina Belém, S.A, Aurora do Pará, PA, Brasil.

Figure 3. Temperature variation and humidity in the period of 6 to 36 months (June 2003 to January 2006), Campo Experimental Tramontina Belém, S.A, Aurora do Pará, PA, Brazil.

De 12 a 18 meses (janeiro a junho de 2004) e 30 a 36 meses (julho de 2005 a janeiro de 2006) ocorreu a máxima precipitação na área de estudo (Figura 2). A temperatura do ar foi mais elevada no período de 30-36 meses com temperaturas acima de 26 $^{\circ}\text{C}$ seguido do período de 18-24 meses (Figura 3). A UR foi acima de 87% em três períodos (6-12; 12-18 e 24-30 meses), sendo a mínima 72% no período de 30-36 meses. No intervalo de 18-24 meses a UR ficou com média de 80%, coincidindo com o período de elevada radiação, baixa precipitação e temperatura média de 26 $^{\circ}\text{C}$ (Figura 3).

3.2. Incremento periódico semestral em DAP (IPSDAP)

O incremento periódico semestral em diâmetro (IPSDAP) de Paricá para os 36 meses apresentou desempenho superior no período de menor precipitação (média = 808,3 mm) com nível de RFA (8.685 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) superior aos ocorridos nos demais períodos, independente do sistema de cultivo e idade do plantio. Gráficamente pode-se observar a oscilação conjunta dessas variáveis e o incremento diamétrico de Paricá (Figuras 2, 3 e 4). O desenvolvimento das árvores de Paricá segue o padrão das variáveis meteorológicas como Precipitação (P), RFA, T e UR.

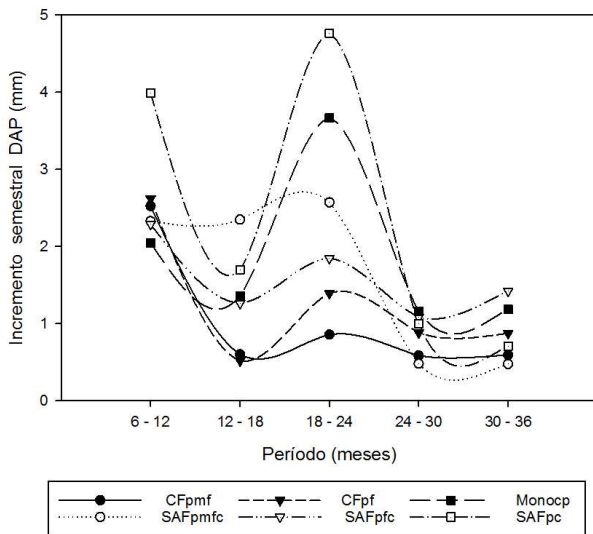


Figura 4. Variação do incremento semestral do Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) no período de 6 a 36 meses (junho de 2003)

a janeiro de 2006) em seis sistemas de cultivo: Monocultivo de Paricá (Moncp); Sistema Agroflorestal Paricá e Curauá (SAFpc); Consórcio Florestal Paricá e Freijó (CFpfc); Sistema Agroflorestal Paricá, Freijó e Curauá (SAFpfc); Consórcio Florestal Paricá, Mogno, Freijó (CFpmf) e Sistema Agroflorestal Paricá, Mogno, Freijó e Curauá (SAFpmfc), Campo Experimental Tramontina Belém, S.A, Aurora do Pará, PA, Brasil.

Figure 4. Variation of the semester increment of Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) in the period of 6 to 36 months (June 2003 to January 2006) in six cultivation systems: Monoculture of Paricá (Moncp); Agroforest System of Paricá and Curauá (SAFpc); Forest Consortium of Paricá and Freijó (CFpfc); Agroforest System of Paricá, Mahogany, and Freijó (CFpmf), and Agroforest System of Paricá, Mahogany, Freijó, and Curauá (SAFpmfc), Campo Experimental Tramontina Belém, S.A, Aurora do Pará, PA, Brazil.

3.3. Correlação entre IPSDAP e as variáveis climatológicas

A matriz de correlação mostra diferentes graus de correlação do IPSDAP para as variáveis climáticas, sendo baixa para RAF e UR, moderada para T e forte para PP (Tabela 2).

3.4. Incremento médio anual em diâmetro (IMADAP)

Nos diferentes sistemas de cultivo foram observadas diferenças estatísticas para o IMADAP de Paricá (Tabela 3). Para os três anos de estudo o Paricá respondeu positivamente em termos de crescimento às associações com outras espécies. No entanto, o incremento em diâmetro foi superior nos cultivos agroflorestais onde o maior incremento (4,89 cm/ano) foi observado no SAFpc quando comparados com o monocultivo e os consórcios florestais.

Tabela 2. Matriz de correlação de Pearson entre as características climatológicas e o incremento periódico semestral em diâmetro (IPSDAP) de Paricá, Campo Experimental Tramontina Belém, S.A, Aurora do Pará, PA, Brasil.

Table 2. Pearson's correlation matrix among the climate characteristics and the periodic semester increment in diameter (IPSDAP) of Paricá, Campo Experimental Tramontina Belém, S.A, Aurora do Pará, PA, Brazil.

Variável Climática	IPSDAP nos sistemas de cultivo					
	CFpmf	SAFpmfc	CFpfc	SAFpfc	Moncp	SAFpc
PP	-0,52*	-0,58*	-0,68*	-0,70*	-0,87*	-0,92*
RAF	-0,44*	-0,17 ^{ns}	-0,21 ^{ns}	-0,24 ^{ns}	0,49*	0,18 ^{ns}
UR	0,37*	0,37*	0,22 ^{ns}	0,04 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	0,15 ^{ns}
T	-0,42*	-0,54*	-0,28 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,61*	0,39*

PP: precipitação pluviométrica; T: temperatura; UR: umidade relativa; RAF: radiação fotossinteticamente ativa. *: Significativo a 5%. ns: não significativo.

Tabela 3. Diâmetro a altura do peito (DAP) e incremento médio anual em diâmetro (IMADAP) de Paricá em cultivos florestais consorciados, agroflorestais e em monocultivo, Campo Experimental Tramontina Belém, S.A, Aurora do Pará, PA, Brasil.

Table 3. Diameter at breast height (DAP) and mean annual increment in diameter (IMADAP) of Paricá in consorciated forest plantings, agroforests, and in monoculture, Campo Experimental Tramontina Belém, S.A, Aurora do Pará, PA, Brazil.

Sistema	Grupo	Idade (ano)	DAP (cm)	IMADAP (cm/ano)	CV (%)
Moncp	A	3	7,76 b	3,98 b	18,79
SAFpc			9,86 b	4,89 c	
CFpfc	B	4	9,99 b	3,70 b	25,93
SAFpfc			12,43 a	4,25 bc	
Fpmf	C	5	12,85 a	2,50 a	10,84
SAFpmfc			13,9 a	3,38 ba	

Nota: Letras indicam diferenças estatísticas pelo teste de SNK ($\alpha=0,05$). CV(%) = coeficiente de variação.

4. DISCUSSÃO

4.1. Variáveis climáticas da área de estudo

Existe uma elevada quantidade de chuva concentra durante os meses da estação chuvosa (dezembro a maio).

Neste período a região Amazônica está sob forte influencia de uma zona de convergência de umidade, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), trazida para área equatorial pelos ventos alísios do sudeste do hemisfério sul e

do nordeste do hemisfério norte do planeta (SILVA, 2012). Outro fato reside na própria variabilidade espacial e temporal da chuva em uma região, que por sua vez dependem dos sistemas meteorológicos que nela atuam e dos modos de variabilidade climática (El Niño-Oscilação Sul – ENOS e Oscilação Decadal do Pacífico - ODP) que interferem nos sistemas, que ora aumentam a produção e ora contribuem para inibição da chuva (LYRA et al., 2017).

Os dados de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) apresentaram potencial conforme o sistema e o tempo de cultivo, principalmente nos períodos de 18-24 meses e 24-30 meses, com diferenças bem acentuadas em relação aos demais períodos. A RFA é um fator importante no crescimento e desenvolvimento das plantas, pois ativa o processo de fotossíntese e seus efeitos são diretamente refletidos no crescimento das árvores. Esse comportamento ocorre fundamentalmente, pela oferta de radiação solar e pela capacidade das plantas em captar e converter essa energia primária em compostos orgânicos e realocá-los nos órgãos de interesse da espécie. (TRUGILHO et al., 2015).

4.2. Incremento periódico semestral em DAP (IPSDAP)

No período de maior radiação a quantidade de chuva que caiu sobre o local de estudo elevou o teor de umidade no solo levando ao estímulo da atividade microbiana e, por conseguinte, à mineralização dos elementos químicos presentes no solo. O efeito térmico pode causar a morte de muitos microorganismos, porém, outros resistem ao calor (ficam latentes) e, quando a água cai no solo, a atividade microbiana é reconstituída. Isto irrompe os ciclos de transformação de minerais em nutrientes para as plantas, acelerando seu incremento em diâmetro.

Os diferentes níveis de RFA interceptado são absorvidos pelo dossel da cultura e sua diferença pode ser explicada pelas características do solo, da planta e da inclinação média da radiação solar durante o dia. Além do mais, plantas expostas a luz solar intensa quando recebem água, ocorre maior crescimento radicular e absorção de material acumulado pela fotossíntese. Cordeiro et al. (2016) ressaltam que outros fatores do meio, tais como temperatura, disponibilidades de água e de nutrientes no solo, assim como por fitohormônios e fatores ambientais inter-relacionados e genéticos atuam como limitantes à expressão desses potenciais. Assim, pode-se inferir que os nutrientes foram transportados e absorvidos mais intensamente pelos indivíduos de Paricá. Cordeiro et al. (2015) obtiveram resultados similares para o Paricá, onde a menor precipitação acompanhada de alta radiação aumentou o incremento em diâmetro da espécie. Os autores ressaltam que a dinâmica microbiana, aliada à velocidade dos processos bioquímicos dos indivíduos arbóreos, refletiram evidentes ganhos de incremento para a espécie.

4.3. Correlação entre IPSDAP e as variáveis climatológicas

A correlação de Pearson mostra que em todos os sistemas de cultivo o IPSDAP apresentou correlação com a precipitação, independente do aumento ou diminuição da radiação. Isso evidencia ser a precipitação o fator climático que mais influenciou diretamente no incremento diamétrico de Paricá. Embora a planta de Paricá não seja muito exigente, altos índices pluviométricos e alta umidade relativa pode limitar seu crescimento, não só pelo acúmulo de umidade no solo, mas também pela limitação de crescimento radicular

levando a menor eficiência na absorção de nutrientes. Por outro lado, Machado et al. (2014) pressupõe apenas que o ritmo de crescimento decresce no período chuvoso e possui forma acelerada na primavera e no verão, podendo apresentar similaridade com o comportamento do crescimento biológico ao longo de toda a vida do indivíduo. Zanon; Finger (2010) e Latorraca et al. (2015) verificaram que a precipitação tem efeito positivo e determinante no incremento de árvores das espécies *Araucaria angustifolia* (Pinheiro do Paraná) e *Schizolobium parahyba* (Guapuruvu), respectivamente. Já Kanieski et al. (2012), em seu estudo com espécies florestais aluviais, observaram que a temperatura média foi a variável climática que mais influenciou no crescimento das espécies.

O efeito das demais variáveis climatológicas sobre o acréscimo em diâmetro dos indivíduos de Paricá variou entre os tratamentos, com maior incremento nas plantas cultivadas nos sistemas agroflorestais. Ferreira-Fedele et al. (2004), observaram que as taxas de incremento entre as árvores da mesma espécie são diferenciadas e que estas estão diretamente relacionadas às variações climáticas ou outras condições ambientais. Fritts (1958) demonstrou que existem variações no crescimento diamétrico durante as 24 h do dia. Estas variações são produzidas por fatores climáticos, notadamente, os que influem na hidratação e desidratação da árvore. As oscilações periódicas de crescimento em circunferência, além de serem atribuídas à influência dos fatores climáticos, podem ser em função da atividade cambial da planta. No entanto, devido à falta de sazonalidade de algumas regiões é difícil determinar a atividade periódica do câmbio, indicando que as árvores respondem a essa interação de acordo com suas reservas energéticas e as atividades metabólicas intrínsecas a cada indivíduo ou espécie.

4.4. Incremento médio anual em diâmetro (IMADAP)

Os resultados de incremento médio anual em diâmetro (IMADAP) corroboram com os verificados por Cordeiro et al. (2015) com estudo de Paricá em reflorestamento e sistemas agroflorestais onde o incremento em DAP apresentou superioridade nos plantios em SAF. Cordeiro et al. (2009) observaram que os sistemas de cultivo influenciam o crescimento do Paricá e que quando utilizados em SAFs, além de apresentar melhor performance, possibilitam também benefícios econômicos, sociais e ambientais. Em diferentes sistemas com Paricá no nordeste paraense, Cordeiro et al. (2016) verificaram que a espécie apresentou melhor desempenho em diâmetro quando cultivada em sistema agroflorestal. Isso mostrou a maior vantagem do Paricá em termos de crescimento quando plantado em sistemas agroflorestais, em parte devido à cobertura do solo proporcionada pela vegetação herbácea, a qual atuou como agente regulador das condições térmicas do solo.

Os valores da Tabela 3 coincidem com os encontrados por Cordeiro et al. (2015) em estudo realizado no mesmo campo experimental e nas mesmas condições de cultivo. Os autores observaram que, nos plantios agroflorestais, o incremento médio em diâmetro foi de 4,73 cm/ano. Entretanto, são ligeiramente inferiores aos dados encontrados no mesmo campo experimental por Cordeiro et al. (2016) para plantios mistos ou puros que tiveram a influência no preparo de área através da derruba/queima/aração/gradagem. Assim, o incremento é dinâmico e está relacionado à evolução da capacidade

adaptativa da espécie às condições ambientais para manter o seu crescimento (SCHWARTZ et al., 2017). Desta forma, árvores da mesma idade podem alcançar diferentes tamanhos, bem como árvores de mesmo tamanho ou idade podem crescer em taxas desiguais. Para algumas espécies as diferenças em incrementos podem advir de fatores genéticos e pelas condições ambientais que compreendem variáveis climáticas, edáficas, topográficas, competição e fase de crescimento da árvore.

5. CONCLUSÕES

As variáveis meteorológicas, especialmente precipitação e radiação estão negativamente correlacionadas com o incremento periódico semestral em diâmetro de *Schizolobium parhyba* var. *amazonicum* independente da idade e sistema de cultivo. Em todos os sistemas de cultivo o maior incremento do Paricá ocorreu no período de 18 a 24 meses após plantio. As plantas cultivadas em sistemas agroflorestais obtiveram incremento médio anual em diâmetro superior aos outros sistemas de cultivos.

6. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, V. M. S. DE; CORDEIRO, I. M. C. C.; SCHWARTZ, G.; RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; OLIVEIRA, F. DE A. Considerações sobre o clima e aspectos edafoclimáticos da mesorregião nordeste paraense. In: CORDEIRO, I. M. C. C.; RANGEL-VASCONCELOS, L. G. T.; SCHWARTZ, G.; OLIVEIRA, F. DE A. (Eds.) **Nordeste Paraense: Panorama Geral e Uso Sustentável das Florestas Secundárias**. Belém: EDUFRA, 2017. p. 59-86.
- BRASIL E. C.; CRAVO, M. DA S. Interpretação dos resultados de análise de solo. In: CRAVO, M. da S.; VIÉGAS, I. de J. M.; BRASIL, E. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará**. Belém: Embrapa, 2007, p. 43-48.
- BUTZKE, A. G.; MIRANDA, E. M. de; ANDRADE NETO, R. de C.; BIANCHINI, F.; FIUZA, S. da S. Produção de mudas de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) em diferentes tipos de substratos, recipientes e níveis de sombreamento em Rio Branco, Acre. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 15, n. 27, p. 254-263, 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.18677/EnciBio_2018A70
- CORDEIRO, I. M. C. C.; SANTANA, A. C.; LAMEIRA, O. A.; SILVA, I. M. Análise econômica dos sistemas de cultivo com *Schizolobium parhyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (paricá) e *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L, B, Smith) Coppel & Leal (curauá) no município de Aurora do Pará (PA). **Revista de la Facultad de Agronomía**, Luz, v. 26, p. 243-265, 2009.
- CORDEIRO, I. M. C. C.; BARROS, P. L. C.; LAMEIRA, O. A.; GAZEL FILHO, A. B. Avaliação de plantios de paricá (*Schizolobium parhyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby de diferentes idades e sistemas de cultivo no município de aurora do pará (Pará-Brasil). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 679-687, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509819618>
- CORDEIRO, I. M. C. C.; MOURÃO, M. C. de O.; GAZEL FILHO, A. B.; BARROS, P. L. C.; LAMEIRA, O. A.; OLIVEIRA, F. de A. Crecimiento del *Schizolobium parhyba* var. *amazonicum* cultivado en presencia de *Ananas comosus* var. *erectifolius* en Pará, Brasil. **Agrociencia**, Texcoco, v. 50, n. 1, p. 79-88, 2016.
- FERREIRA-FEDELE, L.; TOMAZELLO FILHO, M.; BOTOSSO, P. C.; GIANNOTTI, E. Periodicidade de crescimento de *Schenbeckia leiocarpa* Engl (guarata) em duas áreas da região sudeste do estado de São Paulo, **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 66, p.141-149. 2004.
- FRITTS, H. C. An analysis of radial growth of beech in a Central Ohio Forest during 1954-1955. **Ecology**, EUA, v. 39, n. 4, p. 705-720, 1958. DOI: <https://dx.doi.org/10.2307/1931611>
- GONDIN, J. C.; SILVA, J. B. da; ALVES, C. Z.; DUTRA, A. S.; ELIAS JÚNIOR, L. Emergência de plântulas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (CAESALPINACEAE) em diferentes substratos e sombreamento. **Revista Ciência, Agrônômica**, Fortaleza, v. 46, n. 2, p. 329-338. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20150012>
- ICRAF INTERNATIONAL CENTER OF RESEARCH IN AGROFORESTRY. *Schizolobium parhyba*. Abril, 2006. Disponível em: <<http://www.worldagroforestry.org/subcontent.asp?>>. Acesso em: 20 de setembro de 2010.
- KANIESKI, M.R.; SANTOS, T. L.; GRAF NETO, J.; SOUZA, T.; GALVÃO, F.; RODERJAN, C. V. Influência da Precipitação e da Temperatura no Incremento Diamétrico de Espécies Florestais Aluviais em Araucária-PR. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 19, n. 1, p. 17-25, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/foram.2012.003>
- LATORRACA, J. V. de F.; SOUZA, M. T. de; SILVA, L. D. S. A. B. da; RAMOS, L. M. A. Dendrocronologia de árvores de ocorrência na REBIO de Tinguá-RJ. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, p. 385-394, 2015. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000200018>
- LYRA, G. B.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; GOIS, G.; CUNHA-ZERI, M. Rainfall variability over Alagoas under the influences of SST anomalies. **Meteorology Atmospheric Physics**, Viena, v. 129, p. 157-171, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/s00703-016-0461-1>
- MACHADO, S. de A.; ZAMIN, N. T.; NASCIMENTO, R. G. M.; SANTOS, A. A. P. Efeito de Variáveis Climáticas no Crescimento Mensal de *Pinus taeda* e *Araucaria angustifolia* em Fase Juvenil. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 21, p. 170-181, 2014. DOI: <https://dx.doi.org/10.4322/foram.2014.015>
- MARTINKOSKI, L.; VOGEL, G. F.; JADOSKI, S. O. Influência do clima no crescimento diamétrico de Araucária angustifolia: revisão bibliográfica. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava, v. 8, n. 2, p. 104-111, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/PAeT.V8.N2.12>
- OLIVEIRA, J. M.; ROIG, F. A.; PILLAR, V. D. Climatic signals in tree-rings of *Araucaria angustifolia* in the southern Brazilian highlands. **Austral Ecology**, Carlton, v. 35, n. 2, p. 134-147, 2010. DOI: <https://dx.doi.org/10.1111/j.1442-9993.2009.02018.x>
- ROWEDER, C.; NASCIMENTO, M. de S.; SILVA, J. B. da. Produção de mudas de mogno sob diferentes substratos e níveis de luminosidade. **Journal of Bioenergy and Food Science**, Macapá, v. 2, n. 3, p. 91-97, 2015.
- SCHWARTZ, G.; PEREIRA, P. C. G.; SIVIERO, M. A.; PEREIRA, J. F.; RUSCHEL, A. R.; YARED, J. A. G.

Enrichment planting in logging gaps with *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby: A financially profitable alternative for degraded tropical forests in the Amazon. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 390, p. 166–172, 2017. DOI:

<https://dx.doi.org/10.1016/J.FORECO.2017.01.031>

SILVA, A. A. de M. Reflexões sobre o conceito de Clima e Alterações climáticas: uma relação de equívoco? **Revista Geonorte**, Manaus, v. 2, n. 4, p. 1048-1061, 2012.

TRUGILHO, P. F.; GOULART, S. L.; ASSIS, C. O. de.; COUTO, F. B. B.; ALVES, I. C. N.; PROTÁSIO T. de P.; NAPOLI. A. Características de crescimento, composição química, física e estimativa de massa seca de madeira em clones e espécies de *Eucalyptus* jovens. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 4, p. 661-666, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20130625>

ZANON, M. L. B.; FINGER, C. G. Relação de variáveis meteorológicas com o crescimento das árvores de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em povoamentos implantados. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 3, p. 467-476, 2010. DOI: <https://dx.doi.org/10.5902/198050982061>