

## Influência da precipitação pluviométrica na produção de cachos de acessos de palma de óleo na Amazônia Central Brasileira

Influence of rainfall on bunches production of oil palm accessions in the Brazilian Central Amazon

Influencia de la precipitación en la producción de racimos de accesos de palma aceitera en la Amazonía Central del Brasil

Recebido: 12/06/2024 | Revisado: 20/06/2024 | Aceitado: 21/06/2024 | Publicado: 24/06/2024

### Ronaldo Ribeiro de Moraes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8917-4119>  
Embrapa Amazônia Ocidental, Brasil  
E-mail: [ronaldo.morais@embrapa.br](mailto:ronaldo.morais@embrapa.br)

### Ricardo Lopes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5559-9685>  
Embrapa Amazônia Ocidental, Brasil  
E-mail: [ricardo.lopes@embrapa.br](mailto:ricardo.lopes@embrapa.br)

### John Paul Mathews Delgado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0069-2521>  
Embrapa Amazônia Ocidental, Brasil  
E-mail: [fedormath@hotmail.com](mailto:fedormath@hotmail.com)

### Raimundo Nonato Vieira da Cunha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6479-4178>  
Embrapa Amazônia Ocidental, Brasil  
E-mail: [raimundo.vieira@embrapa.br](mailto:raimundo.vieira@embrapa.br)

### Maria do Rosário Lobato Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3617-5112>  
Embrapa Amazônia Ocidental, Brasil  
E-mail: [rosario.lobato@embrapa.br](mailto:rosario.lobato@embrapa.br)

### Edson Barcelos da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2618-8043>  
Embrapa Amazônia Ocidental, Brasil  
E-mail: [edson.barcelos@embrapa.br](mailto:edson.barcelos@embrapa.br)

### Resumo

A cadeia produtiva do óleo de palma é afetada por problemas como queda de produtividade, concentração da safra (período do ano) e alternância de produção (variação entre anos), os quais estão associados a fatores climáticos e ao genótipo das plantas. Entre as condições climáticas, a precipitação é fator com maior influência na distribuição da produção ao longo do ano. Objetivou-se com este trabalho avaliar a influência da precipitação pluviométrica sobre a produção de cachos de 34 acessos de palma de óleo. O experimento foi conduzido no Campo Experimental do Rio Urubu - Embrapa Amazônia Ocidental, município de Rio Preto da Eva, Amazonas. A avaliação da produção de cachos foi realizada do 5º ao 11º ano após o plantio e utilizados dados de precipitação pluviométrica registrados entre 2002 e 2011. Os componentes de produção avaliados foram número de cachos (NC), peso médio do cacho (PMC) e produtividade de cachos de fruto fresco (CFF). Com o avanço da idade das plantas foi verificado redução no NC e aumento do PMC. A precipitação teve influência significativa nos componentes de produção de cachos. Em anos com precipitação regular, conforme histórico da região, o PMC no 2º semestre do ano é maior do que no 1º. A variação no volume da precipitação influencia os componentes de produção mas não altera o período de safra. Nas condições pedoclimáticas da Amazônia Central, os acessos de origem Tanzânia apresentam distribuição da produção anual de cachos diferente dos acessos das demais origens estudadas.

**Palavras-chave:** *Elaeis guineensis*; Germoplasma; Índice de anomalia de chuvas.

### Abstract

The palm oil production chain is affected by problems such as decline productivity, seasonality (period of the year) and alternation (variation between years) production, which are associated with climatic factors and plants genotype. Among climatic conditions, rainfall is the factor with the greatest influence on the productivity variations. The objective of the study was to evaluate the influence of rainfall on the bunches production of 34 oil palm accessions. The experiment was conducted at the Campo Experimental do Rio Urubu - Embrapa Western Amazon, municipality of Rio Preto da Eva, Amazonas. The evaluation of bunches production was carried out from the 5th to the 11th year

after planting and rainfall data recorded between 2002 and 2011. The production components evaluated were number of bunches (NC), average bunch weight (PMC) and productivity of fresh fruit bunches (CFF). As the plants grew older, there was a reduction in NC and an increase in PMC. The rainfall had a significant influence on the all bunch production components. In years with regular rainfall, according to the region's history, the PMC in the 2nd half of the year is higher than in the 1st. The variation in the volume of precipitation influences the production components but does not change the harvest period. In the pedoclimatic conditions of the Central Amazon, the accessions of Tanzanian origin present a different distribution of annual bunches production than the accessions of the other origins studied.

**Keywords:** *Elaeis guineensis*; Germoplasm; Rain anomaly index.

### Resumen

La cadena productiva de aceite de palma es afectada por la disminución de la productividad, concentración de la cosecha en un periodo del año y variación de la producción de un año otro, los cuales están relacionados a factores climáticos y genotipo de las plantas. Entre las condiciones climáticas, la precipitación es el factor con mayor influencia en la distribución de la producción al largo del año. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia de la precipitación pluviométrica sobre la producción de racimos de 34 accesos de palma aceitera. El experimento fue conducido en el “Campo Experimental del Rio Urubu – Embrapa Amazônia Ocidental”, distrito de “Rio Preto da Eva”, departamento de Amazonas. La evaluación de la producción de racimos fue realizado entre el quinto y onceavo año de plantación, además, fue registrado los datos pluviométricos registrados entre el 2002 e 2011. Las variables evaluadas fueron número de racimos (NC), peso promedio de racimos (PMC) y productividad de racimos de fruto fresco (CFF). Con el avance de la edad de las plantas fue verificado reducción en el NC y aumento del PMC. La precipitación tuvo influencia significativa en los componentes de producción de racimos. En años con precipitación regular, conforme histórico de la región, el PMC en el segundo semestre del año es mayor del que en el primer año. La variación en el volumen de la precipitación influencia los componentes de producción pero no altera el periodo de cosecha. En las condiciones edafoclimáticas de la Amazonía Central brasilera, los accesos de que provienen de la Tanzania presentaron distribución de la producción anual de racimos diferente de los demás orígenes estudiados.

**Palabras clave:** *Elaeis guineensis*; Germoplasma; Índice de anomalías de lluvias.

## 1. Introdução

Em 2022 a área de palma de óleo colhida superou 23 milhões de hectares e a produção foi de aproximadamente 77,8 milhões de toneladas de óleo de palma e 8,9 milhões de toneladas de palmiste (USDA, 2023). Considerando os volumes produzidos dos óleos de palma e palmiste, a cultura da palma de óleo foi responsável por mais de 40% da produção mundial de óleo vegetal em 2022, que atingiu 216,7 milhões de toneladas. Apesar da produção brasileira representar apenas 0,73% da produção mundial de óleo de palma (USDA, 2023), de acordo com o Zoneamento Agroecológico da Palma de Óleo, que inclui apenas áreas já desflorestadas, a área disponível para expansão sustentável do cultivo da espécie no Brasil é maior do que todos os demais países produtores (Ramalho Filho et al., 2010).

Embora o cultivo da palma de óleo se destaque em produtividade e rentabilidade quando comparado as demais oleaginosas, a viabilidade e a sustentabilidade dos projetos de expansão devem considerar problemas que afetam a cultura. Parte dos problemas enfrentados pelos produtores e agroindústria estão associados a fatores climáticos e ao genótipo das plantas, como queda de produtividade, concentração da safra (período do ano) e alternância de produção (variação entre anos) (Paterson & Lima, 2018; Prathapani et al., 2017; Woittiez et al., 2017).

A produção de cachos é melhor distribuída ao longo do ano em climas tropicais úmidos, com chuvas regulares e uniformes, por outro lado, em climas com estações chuvosas e secas definidas são verificados períodos com maior concentração da produção, bem como, variações bianuais de produção (Webster, 1939; Murugesan et al., 2020). Geralmente são a baixa e a má distribuição da precipitação os fatores climáticos que provocam redução da produtividade nos plantios de palma de óleo, contudo, precipitação excessiva também pode causar problemas, reduzindo a produtividade e atrasando a colheita dos cachos maduros que, em caso de longos períodos deixados na planta, podem sofrer decomposição (Goh et al., 2011).

Estudos descrevem que as variações pluviométricas anuais têm grande influência sobre a produtividade da palma de óleo, principalmente por interferir na sexualização das flores e na produção dos cachos num intervalo que varia de 27 a 33 meses. Observa-se que em condições ideais de suprimento de água no solo o plantio na fase jovem emite em média duas inflorescências por mês, com maior predominância de flores femininas. A ocorrência de déficits hídricos estimula uma maior formação de inflorescências masculinas e reduz a produção de cachos (ABRAPALMA, 2016; Lim et al., 2011, Manorama et al., 2020).

Os projetos agroindustriais são dimensionados para processamento da produção considerando do pico da safra, visto que não é possível armazenar os cachos de frutos frescos (CFF) produzidos pela palma de óleo, os quais devem ser processados em até 24h para evitar níveis elevados de acidez. Dessa forma, durante parte do ano a infraestrutura de transporte e processamento da produção permanece subutilizada, o que aumenta os custos de produção. Uma das estratégias para reduzir o impacto da sazonalidade da produção de cachos de palma de óleo é a busca por cultivares com alta produtividade, com melhor distribuição da produção de cachos ao longo do ano e com menor alternância de produção.

A palma de óleo emite inflorescências durante todo o ano, contudo, a espécie é monoica, as inflorescências são unissexuadas, e as plantas apresentam ciclos de duração variável de emissão de inflorescências masculinas e femininas (Prathapani et al., 2017). Embora a produção de CFF ocorra ao longo de todos os meses do ano, a sazonalidade é uma característica já conhecida na espécie, com meses de alta e de baixa produção de cachos (Corley & Tinker, 2015; Henson, 2006). A variação na produção de cachos está associada aos ciclos de emissão de inflorescências masculinas e femininas, ou seja, a diferenciação sexual das inflorescências, a qual ocorre até 28 meses antes da colheita do cacho e que tem grande influência das variações pluviométricas (Bastos, 2000). Além do ambiente, as respostas fenotípicas são influenciadas pelo genótipo da planta e pela interação do genótipo com o ambiente, assim, é possível que diferentes genótipos apresentem respostas distintas frente as condições ambientais (Borges et al., 2016).

De acordo com a classificação de Köppen o clima na Amazônia é do tipo Afi, sendo um clima tropical, sem inverno, com chuvas o ano inteiro com precipitação superior a 60 mm no mês mais seco (agosto), e com temperatura média de 26°C (CPRM, 2002). Marengo et al. (2008) relatam que na Amazônia os extremos pluviométricos não acontecem de forma generalizada, pois ocorrem em localidades, períodos e intensidades distintas, como ocorreu na seca de 2005, onde as regiões centrais e leste da Amazônia não foram afetadas pelo fenômeno El Niño (Marengo et al., 2010, Marengo & Espinoza, 2016).

Na Embrapa Amazônia Ocidental é mantido um dos maiores e mais diversificados bancos de germoplasma de palma de óleo existentes, com acessos provenientes de diferentes regiões da África e de populações subespontâneas da Bahia, Brasil (Rios et al., 2012). Devido a origem diversificada e a ampla variabilidade genética presente nesse germoplasma, é possível que existam genótipos com período de safra distinto, o que é de interesse para programas de melhoramento genético da espécie.

Portanto, neste contexto, o objetivo desse estudo foi avaliar a influência da precipitação pluviométrica na distribuição da produção de cachos de acessos africanos de palma de óleo cultivados na Amazônia Central do Brasil.

## **2. Metodologia**

### **2.1 Localização do plantio**

O experimento foi conduzido no Campo Experimental do Rio Urubu (CERU) - Embrapa Amazônia Ocidental, na estrada ZF-07 do distrito agropecuário da Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA, coordenadas 2°35' S e 59°28' W e altitude 200 m. O Clima no CERU é do tipo Ami (Classificação de Köppen), quente úmido, temperatura constantemente alta, valores médios de 31,2 °C e 23,5 °C para máxima e mínima, respectivamente, e precipitações muito

elevadas (em torno de 2.200 mm/ano). A umidade relativa do ar varia em torno de 85 %. A média de insolação total anual é de 1.940 horas e o solo do tipo Latossolo Amarelo de textura muito argilosa (Guillaumet et al., 2003).

## 2.2 Acessos de palma de óleo

Os acessos de palma de óleo avaliados fazem parte do Banco Ativo de Germoplasma de *Elaeis* spp. da Embrapa Amazônia Ocidental e foram introduzidos no Brasil por intercâmbio de germoplasma entre a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e o Malaysian Palm Oil Board (MPOB). Os 34 acessos avaliados são oriundos de coletas realizadas pelo MPOB na Nigéria (14), Congo (8), Camarões (6) e Tanzânia (6) e representados por famílias de meios-irmãos, com variação de 5 a 18 plantas por família e total de 384 plantas. O plantio dos acessos no campo foi realizado em fevereiro de 2000, no espaçamento 9 m x 9 m em triângulo equilátero, totalizando 143 plantas por hectare, ocupando área total de aproximadamente 2,72 ha. O manejo do plantio seguiu as recomendações para o cultivo da palma de óleo na Amazônia (Viégas & Muller, 2000).

## 2.3 Produção de cachos

Para avaliação da produção de cachos foram realizadas colheitas quinzenais durante todos os meses do ano no período de janeiro de 2005 a dezembro de 2011, respectivamente, do 5º ao 11º ano após o plantio no campo. No momento da colheita foram registrados por planta o número e o peso de cachos colhidos. O peso médio do cacho foi obtido pela razão entre peso total de cachos e o número de cachos produzidos.

## 2.4 Registro da precipitação

Na Tabela 1, estão mostrados os dados de precipitação mensal e total anual no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2011 e a média dos 10 anos. Até maio de 2008 os dados de precipitação foram coletados em Estação Agrometeorológica convencional e, a partir de junho de 2008, pela estação meteorológica automatizada do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) instalada no CERU (INMET\_A125\_RIO URUBU, Rio Preto da Eva, AM).

## 2.5 Índice de anomalias de chuvas (IAC)

O índice de anomalias de chuva (IAC) foi utilizado para verificar as anomalias positivas e negativas em relação à precipitação nos anos, em comparação à série histórica. O IAC foi desenvolvido por Rooy (1965), e pode ser representado como:

$$IAC_{\text{positivo}} = 3[(N - N_1)/(M - N_1)], \text{ para anomalias positivas (1)}$$

$$IAC_{\text{negativo}} = -3[(N - N_1)/(X - N_1)], \text{ para anomalias negativas (2)}$$

Sendo: N = precipitação mensal atual (mm);

$N_1$  = precipitação média mensal da série histórica (mm);

M = média das dez maiores precipitações mensais da série histórica (mm) e

X = média das dez menores precipitações mensais da série histórica (mm).

Para a classificação da magnitude das anomalias para os anos secos e úmidos, utilizou-se o ranqueamento em classes de intensidade proposto por Araújo et al. (2009), que classifica em: >4 (extremamente úmido); 2 a 4 (muito úmido); 0 a 2 (úmido); 0 a -2 (seco); -2 a -4 (muito seco) e <-4 (extremamente seco).

## 2.6 Análise estatística

Análises de regressão foram realizadas para avaliar o efeito da precipitação semestral e anual (mm) nas variáveis associadas à produção de cachos; número de cachos (NC), peso de cachos de frutos frescos (CFF), em quilos, e peso médio de cachos (PMC), em quilos. As análises foram realizadas agrupando os acessos por origens e com valores médios de produção por planta ano<sup>-1</sup>.

**Tabela 1** - Precipitação mensal e total (mm) dos anos de 2003 a 2011 e média histórica (2002-2011). Dados obtidos até 05/2008 na estação convencional do campo experimental do Rio Urubu (CERU – Embrapa), e a partir de 06/2008 na estação meteorológica do INMET\_A125\_RIO URUBU, Rio Preto da Eva, AM.

Anos	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
2002	305,1	538,5	458,0	420,2	484,5	219,9	108,5	133,6	65,6	110,2	225,1	110,2	3179,4
2003	96,0	325,5	394,2	266,0	368,8	108,6	106,7	102,0	68,4	48,2	38,6	69,6	1992,6
2004	203,2	255,2	373,8	160,6	216,4	134,8	219,0	175,4	180,0	205,6	68,6	149,7	2342,3
2005	238,4	521,8	368,8	288,8	233,0	96,4	243,3	48,8	22,6	25,2	109,0	275,5	2471,6
2006	494,3	432,1	432,6	487,3	626,6	204,8	142,8	50,6	124,8	102,7	332,5	190,5	3621,6
2007	858,8	361,5	412,2	744,9	456,7	178,1	101,6	247,4	187,3	172,4	166,6	476,6	4364,1
2008	420,6	586,5	439,7	515,7	512,3	282,1	127,6	145,8	120,8	141,4	341,8	352,6	3986,9
2009	206,2	222,6	286,4	268,4	270,6	151,4	76,2	33,6	91,2	69,2	57,6	240,0	1973,4
2010	268,4	227,2	157,2	483,8	230,4	189,2	97,8	54,0	97,2	124,4	133,4	244,8	2307,8
2011	301,8	453,6	513,0	460,2	246,0	116,0	79,2	57,6	37,4	30,4	20,8	125,0	2441,0
<b>Média histórica</b>	339,2	392,4	383,5	409,5	364,5	198,1	130,2	104,8	99,5	102,9	149,2	223,4	<b>2868,0</b>

Fonte: Dados obtidos na Estação meteorológica do INMET\_A125\_RIO URUBU, Rio Preto da Eva, AM.

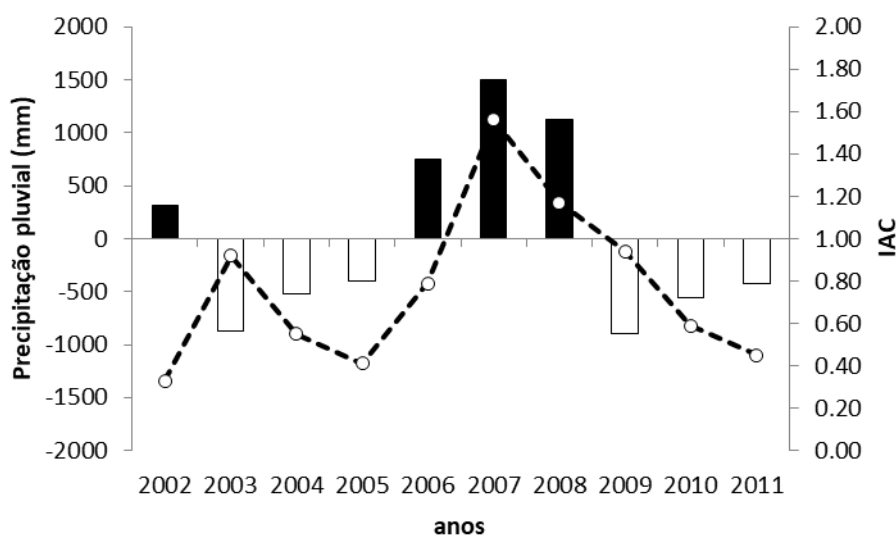
### 3. Resultados e Discussão

Em relação à pluviosidade durante o período de coleta de dados, a média anual de chuvas (2002 a 2011) foi de 2868,07 mm (Tabela 1). Na Figura 1, observa-se o gráfico apresentando o excedente ou déficit de chuvas em relação à média histórica (2002 a 2011). As precipitações anuais de 2003, 2004, 2005, 2009, 2010 e 2011 foram inferiores, enquanto, nos anos de 2002, 2006, 2007 e 2008 foram superiores, em comparação à média histórica. O Índice de anomalia de chuvas (IAC) mostra uma elevação em 2007 e 2008, mas, de acordo com o ranqueamento proposto por Araújo et al. (2009), se enquadrou na faixa de condição úmida, com variação do IAC de 0,33 a 1,56, o que demonstra condições favoráveis de precipitação para o cultivo e produção da palma de óleo.

De acordo com Pinto et al. (2022), nos anos de 2007 e 2008 ocorreu o fenômeno de La Niña na região Amazônica, fenômeno este que ocasiona uma precipitação sazonal significativamente abundante, devido a predominância de circulação atmosférica ascendente na região da Célula de Walker/Hadley equatorial. Este fenômeno explica as maiores quantidades de chuvas nos anos de 2007 (4364,10 mm) e 2008 (3986,90 mm), com o mês de janeiro de 2007 apresentando a maior pluviosidade (858,80 mm) em relação ao período estudado (2002 a 2011).

De acordo com Corley e Tinker (2015), precipitações com médias anuais superiores à 2.000 mm/ano, distribuídas uniformemente e sem ocorrência de meses com precipitação inferior à 100 mm, são favoráveis para obter alta produtividade de cultivos de palma de óleo. Portanto, os valores de precipitação observados no período de avaliação (Tabela 1) indicaram condições locais favoráveis para obter alta produtividade na cultura da palma de óleo.

**Figura 1** - Gráfico apresentando o excedente (■) ou déficit (□) de chuvas (mm) dos anos de 2002 a 2011 em relação ao total da média histórica (2002-2011 – 2833,48 mm) e o Índice de anomalias de chuva (IAC) representado pela linha tracejada (---). Dados obtidos até 05/2008 na estação convencional do campo experimental do Rio Urubu, e a partir de 06/2008 na estação meteorológica do INMET\_A125\_RIO URUBU, ambas em Rio Preto da Eva, AM.



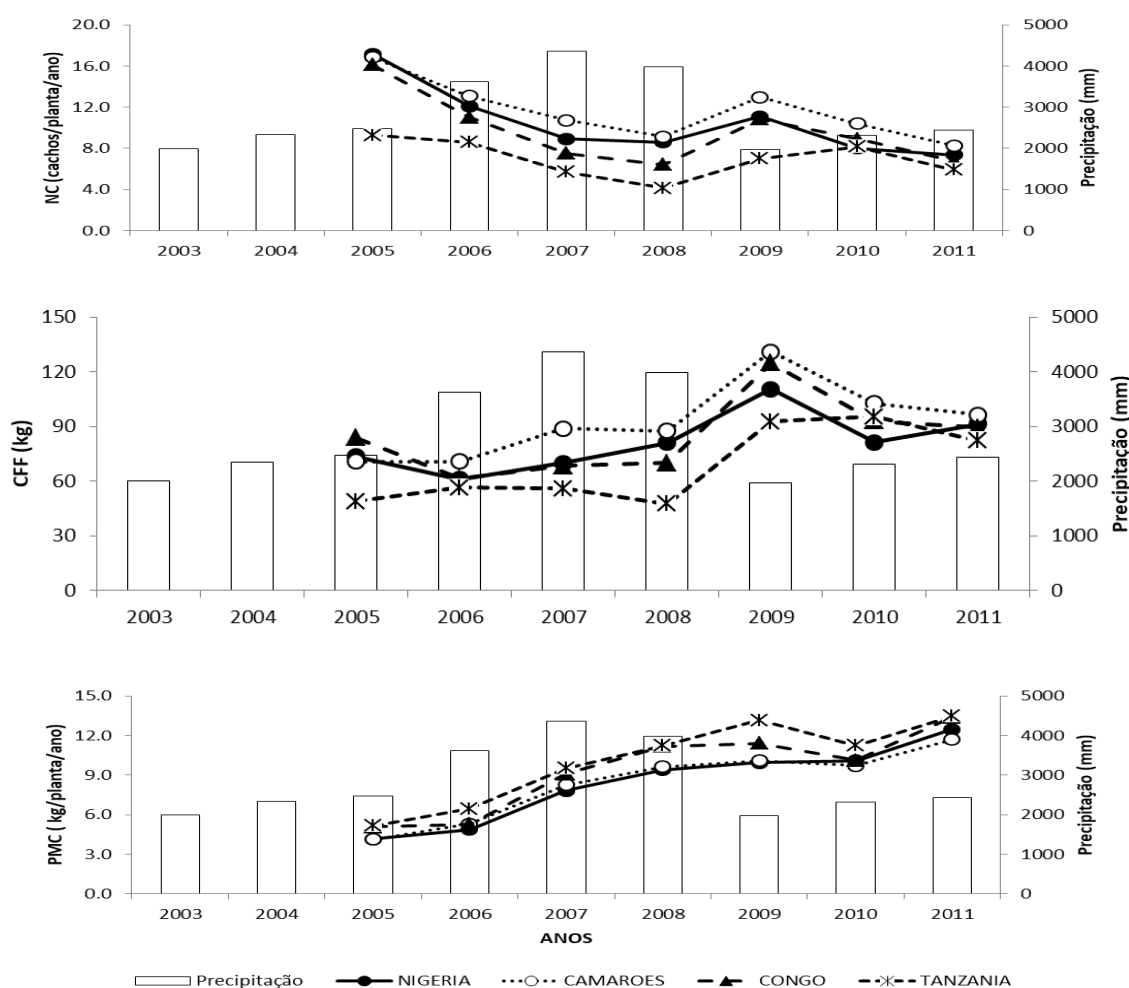
Fonte: Elaborados pelos autores.

O comportamento dos diferentes acessos para número de cachos (NC), produtividade de cacho de fruto fresco (CFF) e peso médio de cachos durante no período de 2005 a 2011 estão apresentados na Figura 2. O número de cachos por planta apresenta uma tendência de diminuição com o aumento da idade da planta, com equações significativas de ajuste para os acessos Nigéria e Camarões que podem ser visualizados na Tabela 2. O peso médio de cachos (PMC) teve aumento

significativo com o aumento da idade das plantas em todos os acessos avaliados. Os resultados corroboram com a literatura que indica redução de número e aumento do peso dos cachos com a idade das plantas em palma de óleo (Cunha et al., 2003).

Para produtividade de CFF as análises não evidenciaram tendência para a maioria dos acessos, com exceção do acesso Tanzânia, que teve um ajuste significativo da equação para aumento de produção em relação à idade da planta (Tabela 2). Observa-se também no ano de 2009, incremento abrupto do NC e CFF, provavelmente devido às condições favoráveis de precipitação em 2007 e 2008. Isto é corroborado por Conceição & Muller (2000), que relatam que a razão sexual (relação entre número de inflorescências femininas e o número total de inflorescências emitidas pela planta) se eleva com o clima favorável à cultura. Bastos (2000) evidenciou que sexualização das inflorescências da palma de óleo pode ter influência das condições pluviométricas até 28 meses antes da colheita. Contudo, Nascimento et al. (2021), avaliaram a correlação existente entre a precipitação e a produtividade total anual de dendê, e observaram que a precipitação influenciou aproximadamente apenas 40% da produção de dendê no município do Acará.

**Figura 2** - Precipitação total anual de 2003 a 2011, número de cachos (NC), produtividade de cacho de fruto fresco (CFF), peso médio de cachos (PMC) de acessos de *Elaeis guineensis* durante os anos de 2005 a 2011, na estação experimental do rio Urubu (CERU), Rio Preto da Eva, AM.



Fonte: Elaborado pelos autores.



**Tabela 2** - Número de cachos (NC), produtividade de cacho de fruto fresco (CFF) e peso médio de cachos (PMC) de acessos de palma de óleo, equações ajustadas e respectivos coeficientes de determinação em função dos anos.

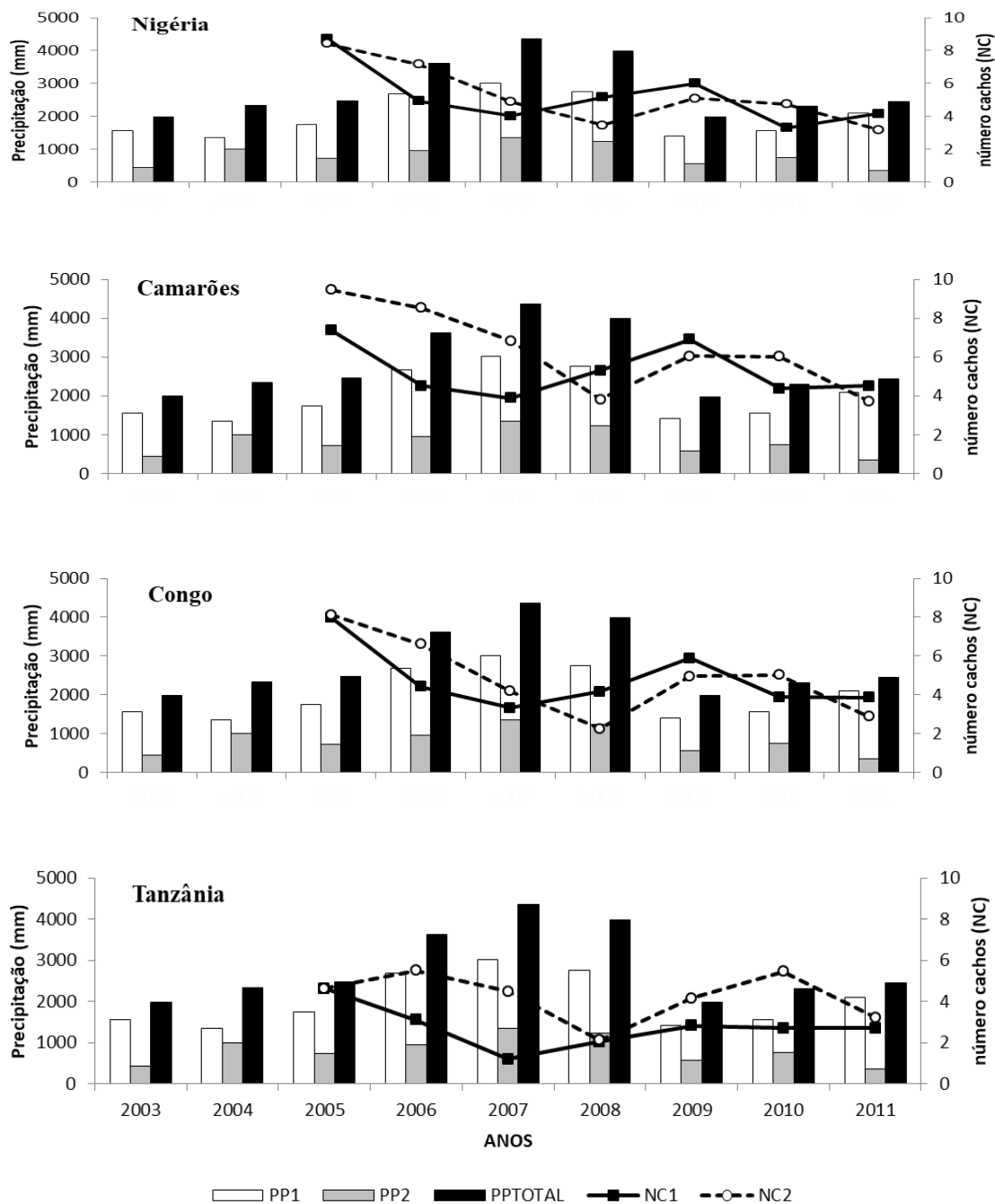
Acessos	Equações	Coeficiente de determinação
Número de cachos (NC)		
Nigéria	$y = -1,2642x + 2549,15$	$R^2 = 64,45^*$
Camarões	$y = -1,0292x + 2078,43$	$R^2 = 58,24^*$
Congo	$y = -1,0392x + 2096,53$	$R^2 = 43,59^{ns}$
Tanzânia	$y = -0,3442x + 698,29$	$R^2 = 16,44^{ns}$
Produtividade de cacho de fruto fresco (CFF)		
Nigéria	$y = 4,8039x - 9564,2$	$R^2 = 41,74^{ns}$
Camarões	$y = 6,5635x - 13087,1$	$R^2 = 46,35^{ns}$
Congo	$y = 4,9107x - 9776,4$	$R^2 = 24,57^{ns}$
Tanzânia	$y = 7,6860x - 15365,3$	$R^2 = 62,82^*$
Peso médio de cachos (PMC)		
Nigéria	$y = 1,3407x - 2683,76$	$R^2 = 93,69^{**}$
Camarões	$y = 1,1902x - 2381,12$	$R^2 = 88,61^{**}$
Congo	$y = 1,3175x - 2636,17$	$R^2 = 82,03^{**}$
Tanzânia	$y = 1,3639x - 2728,73$	$R^2 = 84,75^{**}$

\*\* - significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente, <sup>ns</sup> - não significativo. Fonte: Elaborado pelos autores.

Para avaliação mais detalhada da influência da precipitação sobre a produtividade de cachos, utilizou-se os valores médios semestrais para cada ano, representando dessa forma o primeiro semestre do ano o período com maior precipitação e o segundo semestre o período com menor precipitação. As variáveis número de cachos (NC) (Figura 3) e produtividade de cacho de fruto fresco (CFF) (Figura 4) apresentaram mesmo padrão de variação ao longo do período de avaliação, onde no período de 2005 a 2007 houve uma tendência de aumento de NC e CFF no segundo semestre para todos os acessos. Para os anos de 2008 e 2009 ocorre uma inversão, ou seja, o NC e CFF são maiores no primeiro semestre, com exceção dos acessos de origem Tanzânia, que apresentaram maiores valores de NC e CFF no segundo semestre do ano, mostrando comportamento diferente das demais origens avaliadas. No ano de 2010, maior NC e CFF se concentrou no segundo semestre para todos os acessos, e em 2011 no primeiro semestre, com exceção para o acesso Tanzânia.

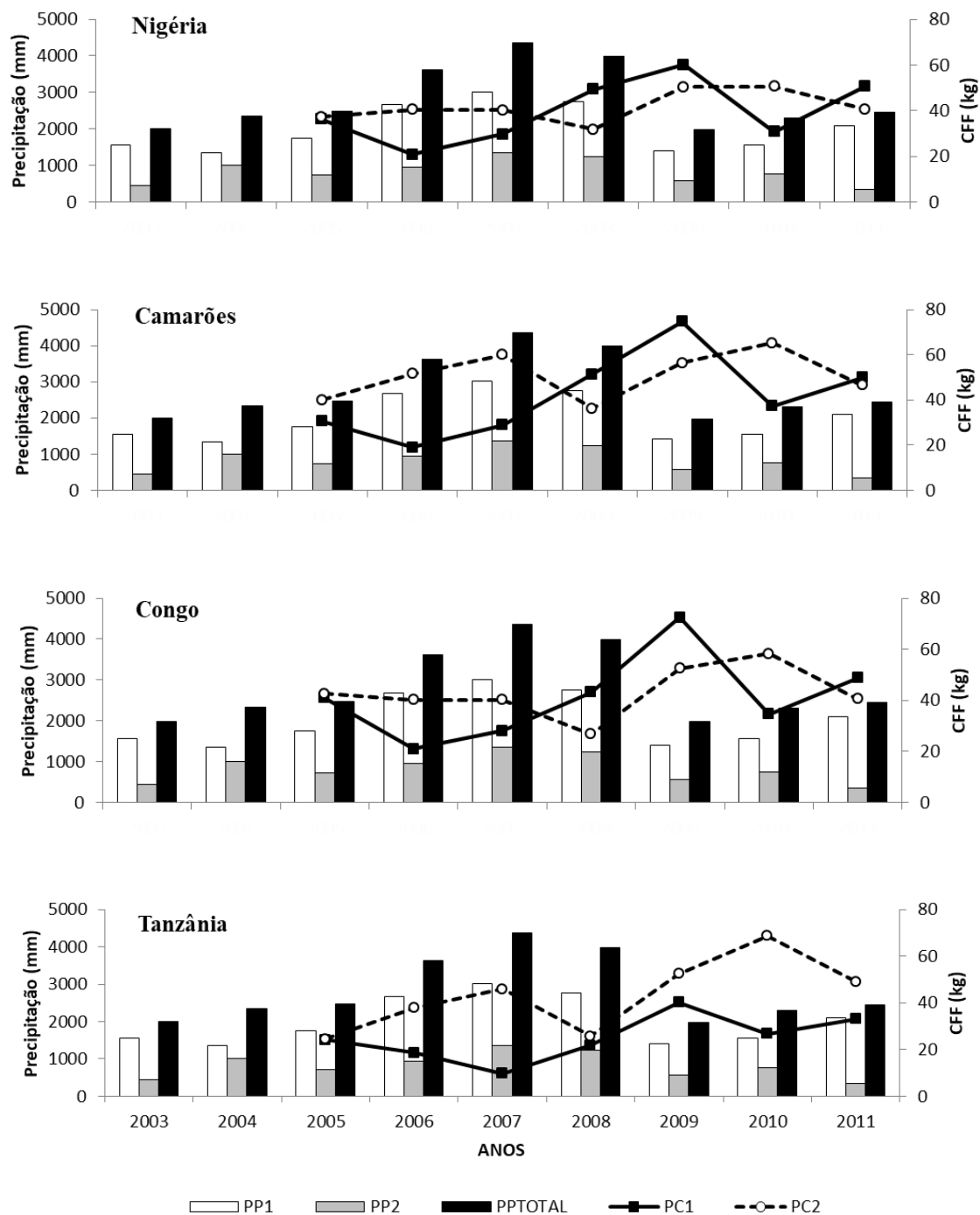


**Figura 3** - Número de cachos (NC) produzidos no primeiro (NC1) e segundo semestres (NC2) dos anos de 2005 a 2011 dos acessos, Nigéria, Camarões, Congo e Tanzânia, precipitação (mm) do primeiro (PP1) e segundo (PP2) semestres e total (PPT) dos anos de 2003 a 2011.



Fonte: Elaborado pelos autores.

**Figura 4** - Produtividade de cacho de fruto fresco (kg) (CFF) produzidos no primeiro (PC1) e segundo semestres (PC2) dos anos de 2005 a 2001 dos acessos, Nigéria, Camarões, Congo e Tanzânia, precipitação (mm) do primeiro (PP1) e segundo (PP2) semestres e total (PPT) dos anos de 2003 a 2011.



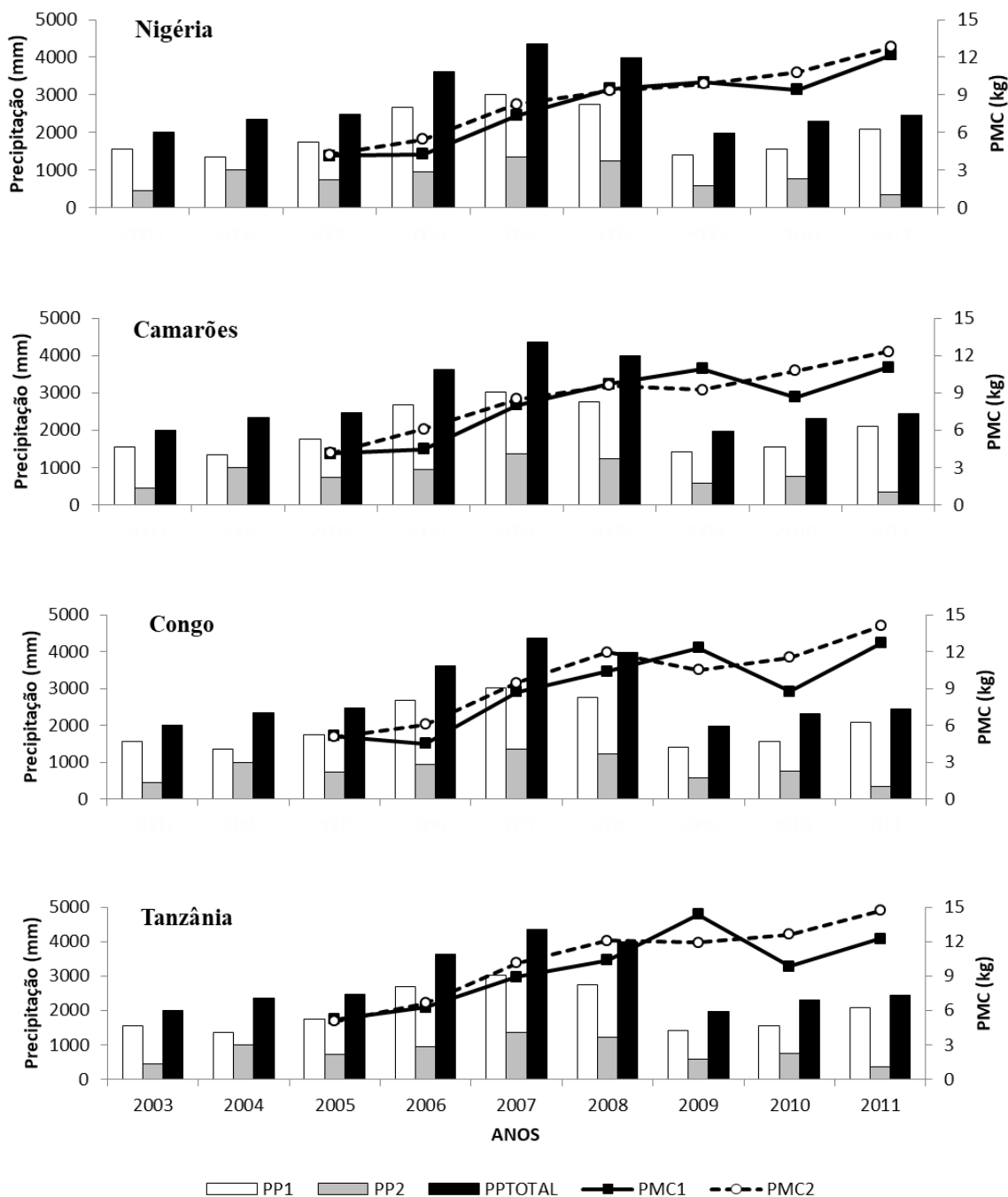
Fonte: Elaborado pelos autores.

O peso médio total dos cachos (PMC) apresentado na Figura 5, em geral, foi maior no segundo semestre do ano, com exceção de 2009, onde houve uma inversão desse comportamento nos acessos das origens Camarões, Congo e Tanzânia. O déficit de chuvas no ano de 2009 pode ter influência significativa sobre essa inversão, visto que, em relação ao PMC o efeito

direto da precipitação durante a formação do cacho (6 meses) é mais importante do que o que ocorreu em anos anteriores, onde períodos mais secos os cachos são menores e com menor teor de óleo nos frutos.

Rupama e Sugandi (2024), avaliando a influência de períodos climáticos sobre a produção de palma de óleo na Indonésia, observaram que o estresse hídrico afeta os três estágios importantes que interferem na produtividade, pois ocasionam o aborto de inflorescência (cerca de 8-11 meses após a seca), diferenciação sexual (cerca de 19-25 meses após a seca) e iniciação floral (cerca de 33-36 meses após a seca). Manorama et al., (2020), evidenciaram que os parâmetros climáticos existentes 24 meses antes da colheita do cacho são mais críticos, o que coincide com o estágio de determinação do sexo que decide a relação sexual, e que estes resultados podem ser utilizados na previsão dos rendimentos da produtividade com bastante antecedência. E os mesmos autores, sugerem que as plantações comerciais devem ter no plantio populações de híbridos com tendência normal e híbridos de alta produtividade, o que pode favorecer que os níveis de produtividade sejam mantidos mais ou menos uniformemente por um período mais longo em um ano. Lim et al, (2011), avaliando plantios na Malásia, constataram que o estresse de umidade quando excede 400 mm/ano tem efeito negativo sobre a floração, pois teve correlação com o declínio na produtividade da palma de óleo após 2 anos, sugerindo que o efeito sobre o aborto é menor do que o efeito sobre a diferenciação sexual.

**Figura 5** - Peso médio total dos cachos (PMC) produzidos no primeiro (PMC1) e segundo semestres (PMC2) dos anos de 2005 a 2001 dos acessos, Nigéria, Camarões, Congo e Tanzânia, precipitação (mm) do primeiro (PP1) e segundo (PP2) semestres e total (PPT) dos anos de 2003 a 2011.



Fonte: Elaborado pelos autores.

#### 4. Conclusões

- Nas condições climáticas predominantes na Amazônia Central a maior produção de cachos de palma de óleo se concentra no segundo semestre do ano, com exceção para anos atípicos e consecutivos de excedente de chuvas, onde ocorre inversão desta maior produtividade para o primeiro semestre.

- O efeito da precipitação pluviométrica sobre o peso médio total de cachos (PMC) está relacionado à quantidade de chuvas no primeiro semestre do ano.

- Os acessos Tanzânia respondem de forma diferente as variações na precipitação pluviométrica e podem ser explorados no melhoramento genético para obter cultivares com períodos de safra diferentes das demais origens.

- Eventos climáticos extremos são fenômenos naturais que podem ocorrer com maior frequência devido às mudanças climáticas, portanto, espera-se que em trabalhos futuros sejam avaliadas as ações mitigadoras em relação à produtividade da palma de óleo, visto a possibilidade de previsibilidade desta interferência da precipitação pluviométrica.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto processo (484291/2006-8) e pela bolsa de produtividade do autor Ricardo Lopes (processo 308815/2023-8).

## Referências

- ABRAPALMA, Associação Brasileira de produtores de óleo de palma. *Déficit hídrico e impacto na produção de óleo de palma*. Nota técnica nº 001/2016.
- Araújo, L. E., Moraes Neto, J. M., & Sousa F. A. S. (2009). Análise climática da bacia do rio Paraíba - Índice de Anomalia de Chuva (IAC). *Revista de Engenharia Ambiental*, 6 (3), 508-523.
- Bastos, T. X. (2000). *Aspectos agroclimáticos do dendzeiro na Amazônia Oriental*. In: Viégas, I. de J. M., Müller, A. A. (Ed.) A cultura do dendzeiro na Amazônia Brasileira. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 47- 59.
- Borges, A. J., Collicchio, E., & Campos, G. A. (2016) A cultura da palma de óleo (*Elaeis guineensis* Jacq.) no Brasil e no mundo: aspectos agronômicos e tecnológicos uma revisão. *Revista Liberato*, 17(27), 1-118.
- Conceição, H. E. O da, & Muller, A. A. (2000). *Botânica e morfologia do dendzeiro*. In VIÉGAS, I. de J. M., MULLER, A. A. (ed) A cultura do dendzeiro na Amazônia Brasileira. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental.
- Corley R. H. V., & Tinker P. B. (2015) *The Oil Palm*, (4th ed.). Blackwell Science, Oxford.
- CPRM - Serviço Geológico Do Brasil. (2002). *Carta Hidrogeológica da Cidade de Manaus*. Mapas + Relatório, 8 p., escala 1:10.000.
- Cunha, R. N. V., Gomes JR., R. A., Lopes, R., Pinto, S. S., Barcelos, E., Moura, J. I. L., Domingues, A. F. N., & Boari, A. J. (2023). *BRS Manaus: híbrido interespecífico do caiaué com a palma de óleo resistente ao amarelecimento-fatal e ao anel-vermelho*. Manaus, AM: Embrapa Amazônia Ocidental, Comunicado Técnico, 163, 11p.
- Goh, K. J., Chiu, S. B., & Paramanathan, S. (2011). *Agronomic Principles & Practices of Oil Palm Cultivation*. *Agricultural Crop Trust*, 771p.
- Guillaumet, J. L., Rodrigues, M. R. L., & Miranda, I. P. A. (2003). *A Estação Experimental do Rio Urubu – Embrapa Amazônia Ocidental*. In: Miranda, I.P.A., Guillaumet, J.L., Barbosa, E.M. Rodrigues, M.R.L., Silva, M.F.F. (Eds). *Ecossistemas florestais em áreas manejadas na Amazônia*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM, 30-64.
- Henson I. E. (2006) Modelling the impact of climatic and climate-related factors on oil palm growth and productivity. *MPOB Technology* 28: 1–43.
- Lim, K. H., Goh, K. J., Kee, K. K., & Henson, I. E. (2011). Climatic requirements of oil palm. In: *Agronomic Principles and Practices of Oil Palm Cultivation*, Goh, K.J., Chiu, S.B., Paramanathan, S., Eds., *Agricultural Crop Trust*: Petaling Jaya, Malaysia, 3–48.
- Manorama, K., Mathur, R. K., Suresh, K., & Behera, S. K. (2020). Influence of weather parameters on fresh fruit bunch yield of oil palm (*Elaeis guineensis* jacq.). *International Journal of Oil Palm*, 12 (1,2), 7-15.
- Marengo, J. A., & Espinoza, J. C. (2016). Extreme seasonal droughts and floods in Amazonia: Causes, trends and impacts. *International Journal of Climatology*, 36(3), 1033-1050.
- Marengo, J. A., Nobre, C. A., Tomasella, J., Oyama, M. D., Oliveira, G. V. S., Oliveira, R., Camargo, H., Alves, L. M., & Brown, F. (2008). The drought of Amazonia in 2005. *Journal of Climate*, 21(3), 495-516.
- Marengo, J. A., Rusticucci, M., Penalba, O., & Remon, M. (2010). An Intercomparison of observed and simulated extreme rainfall and temperature events during the last half of the twentieth century: Part 2 - Historical trends. *Climate Change*, 98(3), 509-529.
- Murugesan, P., Ramajayam, D., Kumar, P. N., Pedapati, A., Ravichandran, G., Bhagya, H. P., & Pandey, V. (2020). Evaluation of wild oil palm germplasm for horticultural traits. *Indian Journal of Horticulture*, 77 (3), 406-411.

- Nascimento, T. V., Chaves, J. R., Sousa, L. P. A., Pessoa, F. C. L., Gomes, A. B. B., Lira, B. R. P., Rodrigues, D. C., Castro, R. L. C., & Lopes, L. N. A. (2021). Variabilidade da precipitação e sua relação com a produtividade agroindustrial do dendê no município do Acará, Estado do Pará, Brasil. *Research, Society and Development*, 10 (2), e39310212134.
- Paterson, R. R. M., & Lima, N. (2018) Climate change affecting oil palm agronomy, and oil palm cultivation increasing climate change, require amelioration. *Ecology and Evolution*, 8:452–461.
- Pinto, C. A. D., Silva Júnior, J. A., Cunha, A. C., Silva, J. F. B. R., D'oliveira, F. A. F., Sousa, L. H., Da Costa, A. C. L., Nunes, H. G. G. C., Ataíde, W. L. S., Silva, S. P. A., Rodrigues, H. J. B., & Souza Filho, J. D. C. (2022). Índice de anomalia de chuva (IAC) e sua relação com os desastres naturais no leste da Amazônia. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 15(5), 2544-2572.
- Prathapani, N. K., Mathur, R. K., Murugesan, P., Reddy A. G. K., Sunilkumar, K., Ramajayam, D., & Ravichandran, G. (2017) Seasonal variation in fresh fruit bunch production in dura oil palm. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 87 (9), 1184-1189.
- Ramalho Filho, A., Motta, P. E. F., Freitas, P.L., & Teixeira, W. G. T. (2010). *Zoneamento agroecológico, produção e manejo do dendezeiro na Amazônia*. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 57-68.
- Rios, S. A., Cunha, R. N. V., Lopes, R., & Barcelos, E. (2012). *Recursos Genéticos de Palma de Óleo (Elaeis guineensis) e Caiapé (Elaeis oleifera (H.B.K.) Cortes)*. Manaus, AM: Embrapa Amazônia Ocidental, (Documentos 96). 39p.
- Rooy, M. P. V. (1965). A rainfall anomaly index independent of time and space. *Notos. Weather Bureau of South Africa*, 14, 43-48.
- Rupama, R., & Sugandi, A. (2024). Effects of EFB mulch application during extreme drought conditions (2014-2015) on FFB yield of oil palms planted on lateritic soil in Belitung Island, Indonesia. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1308.
- United States Department Of Agriculture – USDA. (2021) *Oil seeds: world markets and prices, 2021* <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds>.
- Viégas, I. J. M., & Müller, A. A. (2000). *A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 44 p.
- Webster, C. C. (1939). A note on a uniformity trial with oil palms. *Tropical Agriculture*, 16, 15-19.
- Woittiez, L. S., van Wijk, M. T., Slingerland, M., van Noordwijk, M., & Giller, K. E. (2017). Yield gaps in oil palm: a quantitative review of contributing factors. *Eur. J. Agron.* 83, 55–77.