



Influência da precipitação pluvial na produtividade do guaraná no município de Maués, AM

Franciney Souza Santos^{1(*)}, Jaci Maria Bilhalva Saraiva² e André Luiz Atroch³

¹Secretaria de Estado de Educação e Qualidade de Ensino do Amazonas (SEDUC) Amazonas. Rua José Pinto Correa, 02, Parque 10 de novembro, CEP 69054-734 Manaus, AM. E-mail: franciney.santos@outlook.com

²Centro Regional do Sistema de Proteção da Amazônia (CR-MN). Av. do Turismo, 1350, Tarumã, CEP 69041-010, Manaus, AM. E-mail: jaci.saraiva@furg.br

³Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (CPAA). Rodovia AM-010, km 30, Caixa-postal 319, CEP 69011-970 Manaus, AM. E-mail: andre.atroch@embrapa.br

(*) Autor para correspondência.

INFORMAÇÕES

História do artigo:

Recebido em 14 de setembro de 2020

Aceito em 9 de junho de 2021

Termos para indexação:

Paullinia cupana

guaranazeiro

ENOS

produtividade

Bioma Amazônia

RESUMO

A cultura do guaraná possui uma ligação cultural e econômica com a cidade de Maués, AM, sendo a principal fonte da economia do município e sua produtividade impacta positiva ou negativamente na economia da cidade. O objetivo deste trabalho foi analisar a influência da precipitação pluvial na produtividade do guaraná no período de 1984 a 2014, no município de Maués, AM. A pesquisa foi baseada em estudos bibliográficos e na análise dos dados secundários: dados observados e estimados de precipitação e dados da produtividade do guaraná. Os procedimentos técnicos foram baseados na utilização de programas de manipulação e visualização, cálculos das séries temporais, criação de mapas da espacialização e variabilidade da precipitação pluvial e de planilhas eletrônicas nas aplicações estatísticas. Os resultados mostraram que os dados de precipitação estimados superestimaram a precipitação quando comparados com a precipitação observada, porém conseguiram reproduzir a variabilidade mensal e anual. Ao longo do período observou-se uma oscilação da produtividade, do qual, aponta-se como causa a precipitação pluvial na época da floração do guaranazeiro, provocados pelos fenômenos El Niño e La Niña.

© 2021 SBAgro. Todos os direitos reservados.

Introdução

O guaranazeiro é um arbusto típico da região Amazônica, onde encontramos duas variedades do guaraná cultivada, uma na zona de fronteira entre o Brasil e a Venezuela, cultivada por índios, e outra na cidade de Maués, cultivada por índios e brancos. As duas variedades botânicas conhecidas como guaraná, a variedade cupana (*Paullinia cupana*

var. cupana) e a sorbilis (*Paullinia cupana* var. sorbilis). A cupana, assim denominada na Venezuela e Colômbia, é encontrada em quantidade muito restrita nas bacias fluviais do alto Orenoco e alto Rio Negro. A sorbilis é também conhecida como uaraná, guaraná de Maués ou do baixo Amazonas, cultivada inicialmente na terra indígena Andirá-marau.

A cultura do guaraná tem uma característica mítica,

iniciou com o povo indígena Satere-Mawe, que, conta a lenda, que a semente do guaraná é “semelhante a olhos vivos”. Na lenda o “menino morre com os olhos muito-muito abertos para o céu, com uma expressão de rara felicidade boiando neles, nesse instante tremenda descarga elétrica sacudiu a paisagem e um raio caiu nas proximidades” (Pereira, 2003). A lenda já demonstra uma relação entre os elementos meteorológicos (precipitação) e a cultura do guaraná, cultura que esta diretamente ligada ao município de Maués, conhecida com a terra do guaraná no Amazonas. Esta ligação iniciou com os primeiros habitantes da região que realizaram o primeiro manejo e cultivo do guaraná, a princípio com fins medicinais, rituais de guerras e religiosos. Com o tempo a cultura do guaraná passou ter fins comerciais, a priori com os europeus que apreciaram a especiaria, inclusa nas drogas do sertão (cacau, cravo, guaraná, urucum, poaia e baunilha). Começa a exploração comercial do guaraná na região pelos indígenas Satere-Mawe e os não índios (migrantes nordestinos e imigrantes), que impulsionaram tanto o comércio como a agricultura do guaraná na região.

O município de Maués agregou a história cultural e a economia do guaraná, sendo que o produto guaraná foi fundamental para o crescimento da cidade, a partir da comercialização e o processo tecnificado do guaraná nas décadas de 60 e 70. Nesse período ocorreu um aumento na demanda pelo produto, principalmente com a instalação da empresa de bebida Antártica (atual AmBev) em 1964, e a regulamentação da Lei 5.823 em 1973, conhecida como a Lei dos sucos, que estabelecia quantitativos de 0,2 g a 2 g de guaraná para cada litro de refrigerante (Homma, 2014). Com a demanda do guaraná o poder público (municipal, estadual e até federal) começaram a equipar a cidade com infraestrutura, ocorrendo o processo de ocupação e expansão da cidade. Com o aumento da oferta e da procura do guaraná a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) também se instalou no município, com uma fazenda experimental para disseminação dos tratamentos culturais e o manejo do guaraná, levando em consideração as variações do tempo, as fases de desenvolvimento e as pesquisas com genótipos de guaraná mais resistentes a pragas e a doenças, propiciando uma maior produção aos agricultores (Embrapa, 1998).

As fases de desenvolvimento do guaraná estão relacionadas diretamente a precipitação pluviométrica tendo em vista que o plantio do guaraná ocorre no período chuvoso (janeiro a março) e a floração ocorre no período mais seco do ano (julho a setembro), com a frutificação dois ou três meses depois (Embrapa, 1998). No intervalo entre o processo de floração e a frutificação, não pode ocorrer nenhum evento extremo, anomalia positiva (forte precipitação pluviométrica) neste período, caso ocorra poderá provocar grandes prejuízos para a produtividade. A colhei-

ta é o ponto alto da produção e pode ser influenciado pelo regime da precipitação, a colheita é realizada no início do período chuvoso na região (outubro a dezembro), isso dependendo da maturação do fruto que é uniforme, ou seja, a maturação não é homogênea em um mesmo guaranazeiro, podendo ter mais de uma colheita na mesma planta, três em média.

A pesquisa está centrada na análise da influência da precipitação pluvial sobre a produtividade do guaraná no período de 1984 a 2014 no município de Maués, AM, visto que se trata de uma cultura de maior expressão de lucro da agricultura do município, segundo o relatório da Produção Agrícola Municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016). Com a evidente inter-relação da variabilidade espacial e temporal da precipitação pluviométrica com a cultura do guaraná nas fases fenológicas, foi formulado o objetivo geral desta pesquisa, que foi analisar a influência da precipitação pluvial sobre a produtividade do guaraná.

Material e Métodos

Localização da área

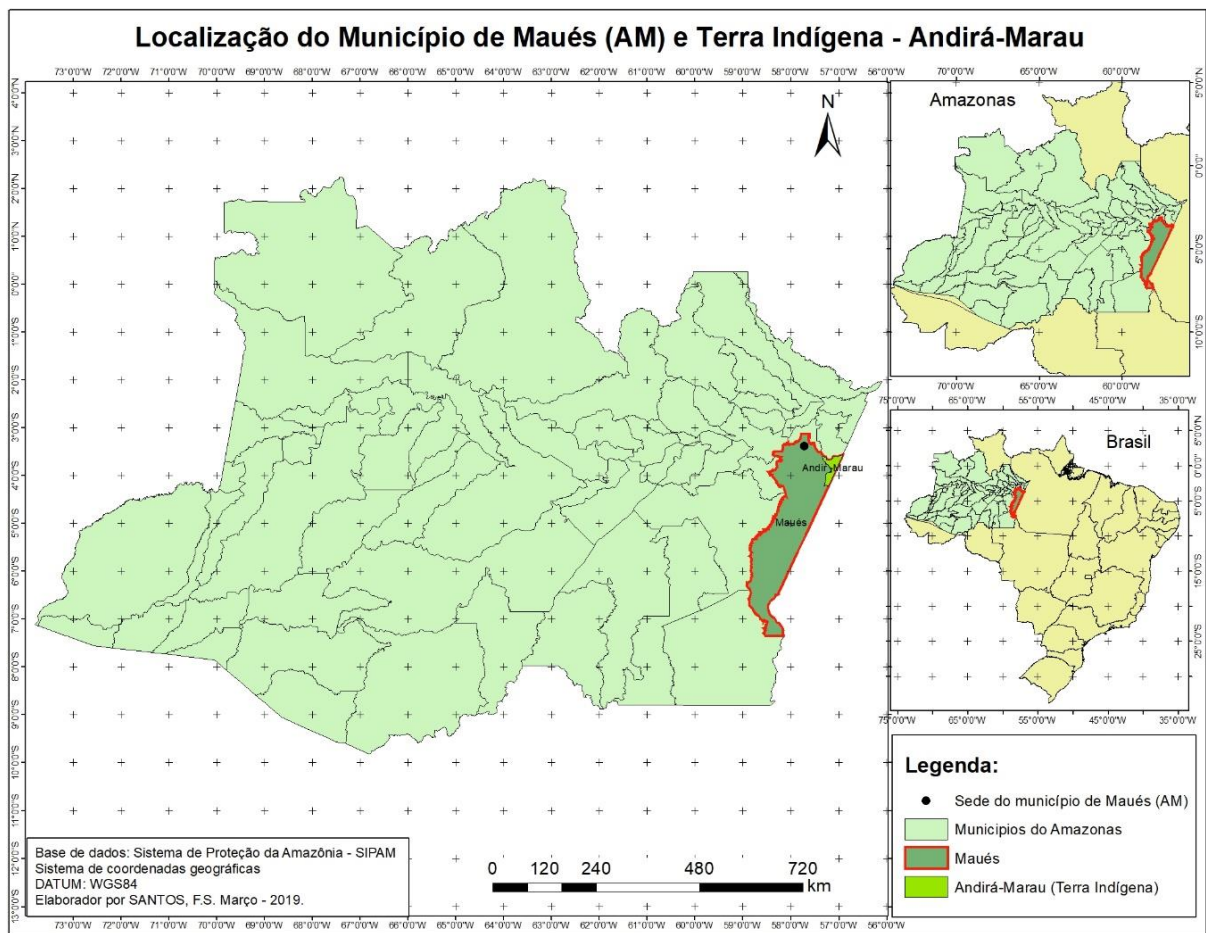
De acordo com o relatório de Produção Agrícola Municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016), o município de Maués é o maior produtor de guaraná do Estado do Amazonas. A cultura e o manejo do guaraná iniciaram na área da terra indígena denominada de Andirá-Marau região localizada ao norte do município de Maués, AM (Figura 1), ocupada pelos índios Satere-Mawe.

Procedimento metodológico

A metodologia da pesquisa foi baseada na teoria geossistêmica, onde, Bertrand (2004) considera a paisagem com resultado das relações entre o potencial ecológico (clima), a exploração biológica (vegetação, guaraná) e a ação antrópica (agricultura, agronegócio). A pesquisa foi dividida em três passos: o primeiro foi levantamento bibliográfico referente a abordagem teórica dos sistemas precipitantes que atuam na região, de acordo com os autores: sistemas que atuam na região, de larga escala e mesoescala (Molion, 1987). A grande escala, como a Zona de Convergência Intertropical - ZCIT (Uvo, 1989) e Zona de Convergência do Atlântico Sul - ZCAS (Quadros, 1994), e mesoescala, as Linhas de Instabilidade - LIs (Cohen, 1989).

O segundo passo foi a aquisição e o tratamento dos dados observados e estimados. Os dados observados de precipitação foram adquiridos da estação meteorológica de superfície convencional da fazenda experimental da Embrapa localizada na estrada dos Morais, 3060 (latitude 3° 23' 56" Sul e longitude 57° 40' 25" Oeste e altitude 25 metros), no município de Maués, estes dados, segundo a

Figura 1. Mapa de localização do município de Maués (AM) e a Terra Indígena Andirá-Marau.



Fonte: Elaborado por SANTOS, F. S. 2019. Dados do SIPAM.

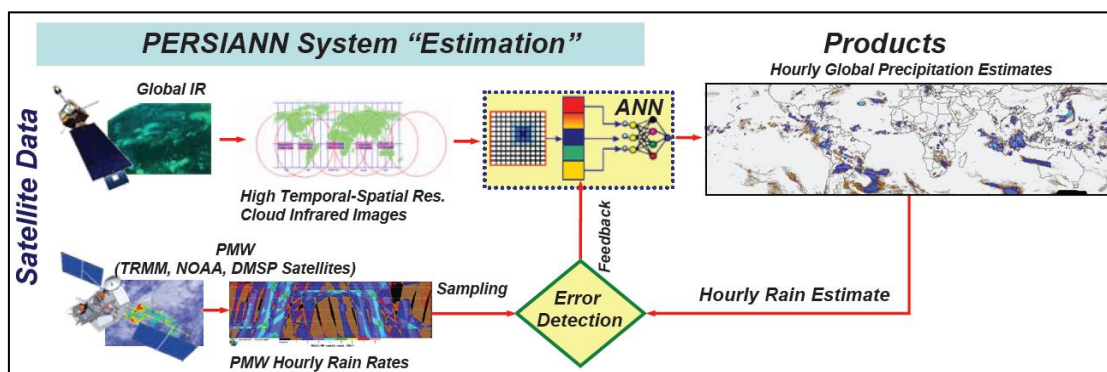
Organização meteorológica mundial são representativos de uma cobertura espacial de 100 km no seu entorno. Está estação meteorológica de superfície foi automatizada a partir de abril de 2008, passando a ser administrada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados da estação meteorológica de superfície convencional da Embrapa foram disponibilizados no período de 1985 a abril de 2008, de maio de 2008 a 31 de dezembro de 2014, já foram disponibilizados pelo INMET compondo assim a série histórica de 30 anos. Os dados observados foram utilizados para comparar e avaliar a correlação com os dados estimados do PERSIANN-CDR. A ideia de se usar dados estimados a partir da observação por satélite deve-se ao número reduzidos de estações meteorológicas de superfície sobre a região amazônica.

Os dados estimados de precipitação (PERSIANN-CDR), para o mesmo período, foram obtidos no site do Centro Nacionais de Informação Ambiental (National Centers for Environmental Information - NCEI) da Administração oceânica e atmosférica nacional Americana (National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA). O pesquisador Dubreuil (2017) faz uma caracterização do produto

PERSIANN-CDR, do inglês “Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information using Artificial Neural Networks – Climate Data Record”, que consiste em estimativas de precipitação diárias a partir de funções de classificação e aproximação baseadas em redes neurais artificiais. A rede neural artificial usa procedimentos de aproximação e classificação de função para computar estimativa da taxa de precipitação com resolução espacial de 0,25° em latitude X 0,25° em longitude; ou seja, utilizando a relação de 1° correspondendo a 111 km, a resolução espacial é de 27,75 km X 27,75 km (ponto de grade), de temperatura de brilho infravermelho (IR) fornecida por satélites geoestacionários gerando estimativas de precipitação em escala quase global (Dubreuil, 2017). A rede facilita a atualização dos parâmetros sempre que estimativas independentes de precipitação estiverem disponíveis. CDR é definido como “uma série temporal de medidas de comprimento, consistência e continuidade suficientes para determinar a variabilidade e mudança do clima”.

O fluxograma operacional do PERSIANN-CDR (Figura 2) descreve como os dados estimados são adquiridos, deste a captura das imagens dos canais infravermelho e visível

Figura 2: Fluxograma operacional do sistema PERSIANN-CDR.



Fonte: CDR Program Document Number, 2014.

dos satélites geoestacionários até a geração dos dados estimados de precipitação em escala quase global (Dubreuil, 2017).

O produto é desenvolvido usando dados IR Gridded Satellite (GridSat-B1) que são derivados da fusão dos dados IR do ISCCP B1, juntamente com o GPCP versão 2.2. A coleta de dados do Projeto Internacional de Climatologia por Nuvens Satélite (ISCCP) começou em julho de 1983. Deste então, dados de muitos satélites foram incorporados ao registro de dados do ISCCP B1.

A cobertura espacial dos dados do PERSIANN-CDR abrange uma área de 60° Norte a 60° Sul (latitude) e 0° a 360° Leste – Oeste (longitude), correspondendo toda a área da zona climática tropical da terra, região de maior incidência solar durante todo o ano. Para pesquisa foi realizado um recorte espacial de latitude -11° S a 3° N e longitude -75° W a -55° W, abrangendo todo o Estado do Amazonas.

Análise da variabilidade dos dados estimados de precipitação

A série histórica formado dos dados observados de precipitação foi comparada e correlacionada com os dados estimados de precipitação do município de Maués (AM) no mesmo período para avaliar os dados estimados (PERSIANN-CDR) de precipitação, o objetivo foi identificar em quais anos os dados estimados de precipitação superestimam ou subestimam a precipitação observada na estação meteorológica de superfície de Maués (AM).

Para validar e testar a confiabilidade dos dados estimados com os dados observados de precipitação, foi utilizado o gráfico de correlação do Excel, apresentando o coeficiente de correlação linear de Pearson.

Este coeficiente, é representado por r , e assume os valores entre -1 e 1, onde o resultado de $r = 1$ significa uma correlação positiva perfeita entre as duas variáveis, ou seja, se uma aumenta a outra também aumenta (Pacheco et al. 2012, p. 565).

Os cálculos dos parâmetros estatísticos, Média e o Desvio Padrão foram utilizados para criar séries temporais

para cada ponto de grade da precipitação na escala temporal (mensal e anual), cujo, os resultados; normais climatológicas, anomalias absolutas e normalizadas foram espacializados para todo o estado do Amazonas, sendo um dos pontos de grade sobre o município de Maués (AM).

Com as séries temporais da anomalia normalizada de precipitação foi elaborado uma classificação que foi baseado na metodologia desenvolvida no boletim climático da Companhia de Pesquisa de Recursos Naturais (CPRM, 2019), que tem como base o intervalo do desvio padrão em relação à média, ou seja, quanto em um determinado ano a observação se afasta para mais ou para menos do habitual (normal).

A legenda da anomalia (Figura 3) apresenta as classificações nas fases positivas com classificação “tendência a chuvoso variando a extremamente chuvoso”, e negativas com classificação “tendência a seco variando a extremamente seco”. Com a classificação da anomalia normalizada da precipitação foi identificado os anos mais ou menos chuvosos e habituais (normais) do período da série histórica de acordo com a legenda caracterizando as anomalias positivas e negativas sobre a região.

O terceiro passo da pesquisa foi a aquisição dos dados da produtividade do guaraná do município de Maués (AM), que foram da Produção Agrícola Municipal (PAM) disponibilizados no Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA onde se encontra a série histórica das culturas temporárias e permanentes 1974 – 2018. A tabela 1613 (<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>) apresenta as informações sobre culturas permanentes como: a área destinada à colheita (hectares), área colhida (hectares), quantidade produzida (toneladas), rendimento médio da produção (quilogramas por hectares – kg/ha) e o valor da produção anual. A série utilizada na pesquisa dos dados da Produção Agrícola Municipal do IBGE foi do período de 1985 – 2014. Para comparar a produtividade do guaraná da Produção Agrícola Municipal do IBGE de Maués (AM) foram utilizados os dados de produtividade do guaraná clonado da fazenda experimental da Embrapa que são basea-

Figura 3: Palheta de cores da anomalia normalizada.



Fonte: Boletim climático CPRM 2018, adaptado por: SANTOS, F. S. 2019.

das no resultado da coleta das sementes secas do guaraná por quilogramas por hectares (kg/ha) dos experimentos no mesmo período da série da pesquisa.

Os dados da produtividade do guaraná do município de Maués (AM) foram tabulados no software Excel, sendo gerados os gráficos (barras e linhas) para as análises comparativas. Com os dados organizados foram realizadas as comparações da produtividade do guaraná da Produção Agrícola Municipal com a Produtividade da fazenda experimental da Embrapa e analisado a partir da comparação a influência da variabilidade da precipitação na produtividade do guaraná.

Resultados e discussão

Variabilidade da precipitação pluvial

A região Amazônica tem uma precipitação média de aproximadamente 2.300 mm/ano (Fisch et al. 1998, p. 104). Na tabela 1 apenas os dados acumulados de 2013 e 2014 estão abaixo deste valor.

Os registros de precipitação da estação automática do município de Maués no período de 2009 a 2014 da série histórica mostram a variabilidade sazonal dado pela média mensal e acumulado anual sobre o município.

Ficou evidente uma variabilidade temporal da distribuição da precipitação ao longo da série dos dados observados na região de Maués (AM), representando três estações pluviométricas. Segundo os dados registrados destaca-se a estação chuvosa, que inicia em dezembro e se estende até maio, com precipitação superior, em média a 300 mm/mês. A estação de transição, que corresponde aos meses de junho, julho e agosto, com precipitação, em média, abaixo de 150 mm/mês, a estação menos chuvosa que se estende de setembro a novembro, apresentando precipitação, em média, abaixo de 100 mm/mês.

Análise da tendência e as variações dos dados estimados

A correlação linear de Pearson foi utilizada para validar e testar a confiabilidade dos dados estimados versus dados observados de precipitação, utilizando para tal a média mensal no período da série histórica, a fim de obter-se o grau de intensidade que mantém unidos os dois conjuntos de dados.

O gráfico de dispersão (Figura 4) apresenta a correlação entre os dados estimado e observado, de $R^2 = 0,9847$, calculando a raiz de R^2 , obtemos o coeficiente r , que é igual

Tabela 1: Dados observados da Estação Meteorológica de Superfície Automática, Maués, AM.

ESTAÇÃO METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA DE MAUÉS/AM							
Mês	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Média Mensal
JANEIRO	276,2	315,6	406,6	371,6	300,6	124,4	299,2
FEVEREIRO	421,8	181,2	335,2	453,0	301,6	193,6	314,4
MARÇO	264,2	212,4	340,4	402,4	208,4	362,0	298,3
ABRIL	290,2	495,0	405,8	378	S/R	328,0	316,2
MAIO	369,4	241,0	293,4	210,6	126,0	267,8	251,4
JUNHO	273,0	166,6	90,8	123,2	124,4	114,0	148,7
JULHO	51,4	177,2	95,4	192,6	240,6	128,8	147,7
AGOSTO	103,8	43,0	145,8	73,2	113,2	130,6	101,6
SETEMBRO	77,2	6,4	47,0	84,8	154,4	59,4	71,5
OUTUBRO	126,0	75,8	87,8	86,6	88,0	60,6	87,5
NOVEMBRO	36,6	113,6	74,4	S/R	94,6	162,8	80,3
DEZEMBRO	244,2	271,2	190,4	193,4	169,4	63,2	188,6
Total Anual	2534,0	2299,0	2513,0	2569,4	1921,2	1995,2	2305,3

Fonte: INMET. Organizado por SANTOS, F. S., 2019.

a 0,9961, apresentando uma correlação positiva entre os dados estimados de precipitação e os dados observados da estação meteorológica de superfície automática, validando assim a série histórica de dados estimados.

A Figura 5 mostra a comparação dos dados observados da estação meteorológica de superfície convencional e automática respectivamente e os dados estimados (PERSIANN-CDR), onde ficou evidente a similaridade dos dados observados com os dados estimados de acordo com a correlação linear de Pearson. Analisando o acumulado anual, observa-se que as precipitações nos dados estimados no período da série superestimaram em praticamente todos os anos os dados observados, à exceção do ano de 2004 onde os dados estimados do PERSIANN-CDR subestimaram a precipitação apresentando um total de 2480,44 mm, sendo que para o mesmo ano, o INMET apresentou um total de 3021,4 mm. Os anos 2008, 2011 e 2013, foram os anos em que os dados estimados apresentaram maior diferença no

total da precipitação em relação aos dados observados.

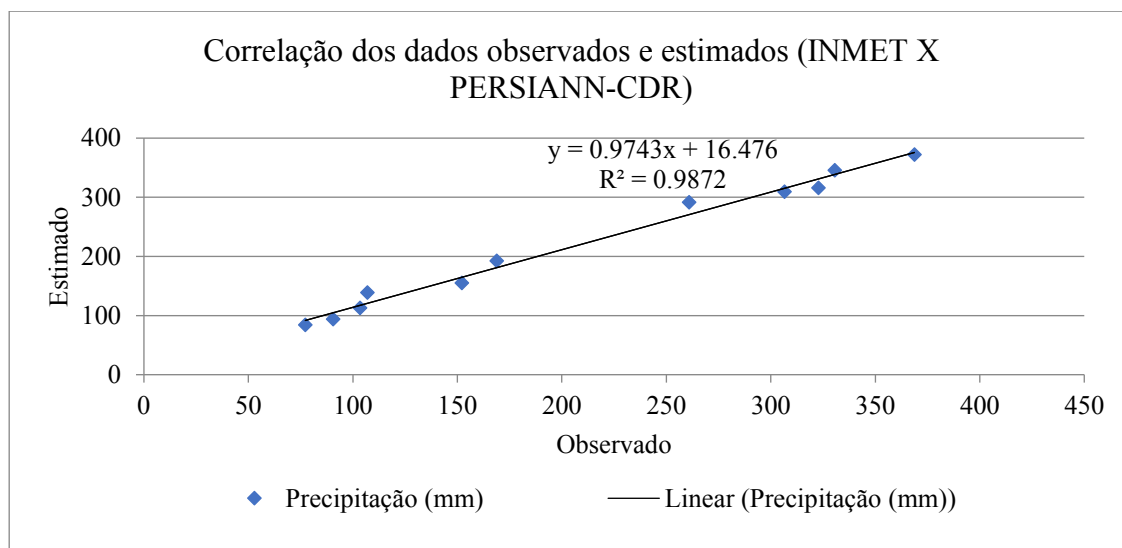
Análise da precipitação pluvial versus produtividade do guaraná

Levando em consideração a oscilação da produtividade da cultura do guaraná buscou-se compreender e relacionar a precipitação como possível causadora dessas oscilações, isso em virtude do aumento da precipitação, ou até mesmo a ausência dela.

A série histórica do acumulado da precipitação anual segundo os dados estimados, em média, ultrapassa os 2.300 mm, esta precipitação média anual, segundo Castro (1992) esta dentro da faixa climatológica para o cultivo do guaranázeiro: temperatura média anual entre 22°C e 29°C; umidade relativa entre 80% e 86%; precipitações pluviais entre 1.300 mm e 3.300 mm anuais e duração do brilho solar entre 1.630 e 2.380 horas/ano.

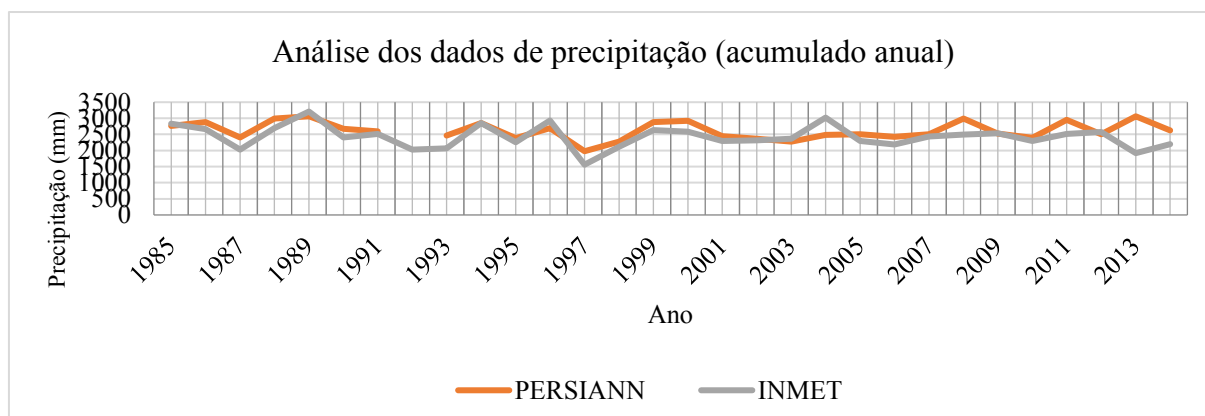
A precipitação mostrou esta diretamente ligada a fe-

Figura 4. A correlação dos dados estimado e observado de precipitação pluvial, Maués, AM.



Fonte: Dados do INMET. Organizado por SANTOS, F. S., 2019.

Figura 5. Gráfico de comparação dos dados estimados e observado de precipitação pluvial, Maués, AM.



Fonte: Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

nologia do guaranazeiro e as fases produtivas do guaraná. Segundo o estudo de Castro (1992), o plantio das mudas no local definitivo deve ser feito no início do período chuvoso. O período de floração do guaraná inicia em junho, período em que a precipitação começa a diminuir sobre município de Maués (AM). A floração do guaraná necessita dos raios solares para que a planta comece a florar, neste período uma forte precipitação (anomalia positiva) pode ocasionar uma perda ou diminuição da produtividade do guaraná, devido não só a chuva mas alta cobertura de nuvens que diminuem a radiação solar que chega a superfície.

O processo de maturação do fruto ocorre em novembro, ou seja, o período da colheita do guaraná que pode ser nos meses de outubro a dezembro, isso, porque o guaranazeiro apresenta a frutificação desuniforme (Tavares, 2005). O guaraná apresenta características próprias de distribuição espacial, que decorrem das condições edafoclimáticas das áreas produtoras, tipo de exploração e fatores de ordem agrônômica, e, conseqüentemente, o seu próprio calendário agrícola (IBGE, 2016). Com relação à análise dos dados estimados e observados, a floração ocorre no período de transição, e a maturação e a colheita ocorrem na estação menos chuvosa.

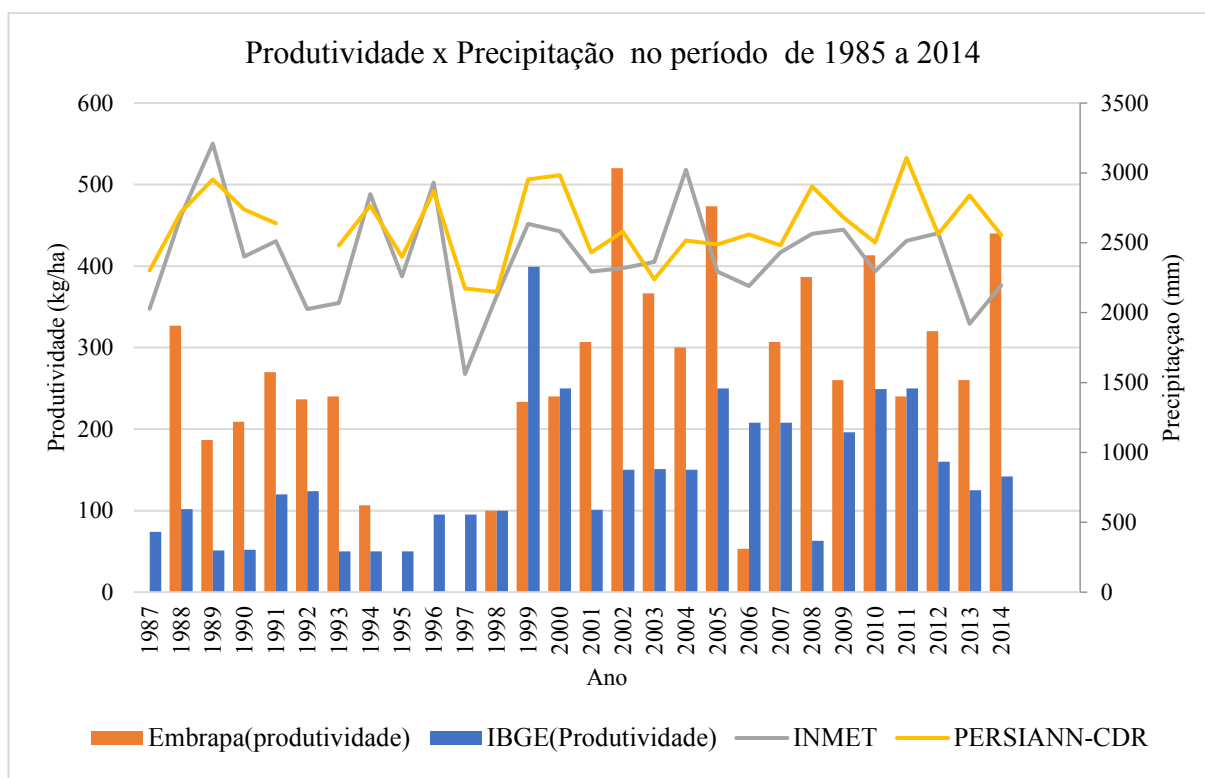
No gráfico produtividade versus precipitação (Figura 6) foi realizado uma correlação entre a precipitação e produtividade dentro da série da pesquisa, onde foi identificado os anos de menor e maior produtividade. No primeiro

momento foi observado uma queda da produtividade na década de 90, de acordo com o gráfico dos dados da produtividade do IBGE. As razões da baixa produtividade não estão diretamente ligadas somente ao excesso (anomalia positiva) ou ausência (anomalia negativa) da precipitação, mas também, o não uso de mudas selecionadas, a idade avançada dos guaranazais, a alta variabilidade genética das plantas produzidas por sementes, a elevada incidência de pragas e de doenças e a falta de tratos culturais adequados (Nascimento Filho et al. 2004).

Em 1999 depois das avaliações e testes, a Embrapa recomendou dois cultivares clonais, BRS-Amazonas e BRS-Maués para o plantio em pequena e grande escalas, nas condições ecológicas (clima e solo) e sistema de produção do guaraná (tratos culturais) para o estado do Amazonas. Os cultivares clonais tem como objetivo incrementar a produtividade e o fortalecimento do agronegócio. Com o lançamento desses cultivares, houve uma expansão dos plantios no Estado do Amazonas, ocasionando uma demanda por tecnologias que sejam capazes de promover progressos contínuos na produtividade (Nascimento Filho et al. 2016).

Na década de 2000 ocorreu um aumento da produtividade, isso, devido a popularização da utilização do guaraná clonado. Uma vez que o guaraná nativo (tradicional) tem um tempo lento de crescimento em comparação ao guaraná clonado, levando entorno do 3º e 4º ano a implantação

Figura 6. Produtividade de guaraná (semente) e precipitação no período de 1985 a 2014, Maués, AM.



Fonte: Embrapa/INMET (produtividade) Embrapa/IBGE (precipitação). Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

e, somente a partir do 5º ano alcança o nível de produção econômica. Enquanto o guaraná clonado, segundo estudos da Embrapa (1998) a planta inicia a produção dois anos após o plantio, com guaranazeiros mais resistentes as pragas e mais produtivos.

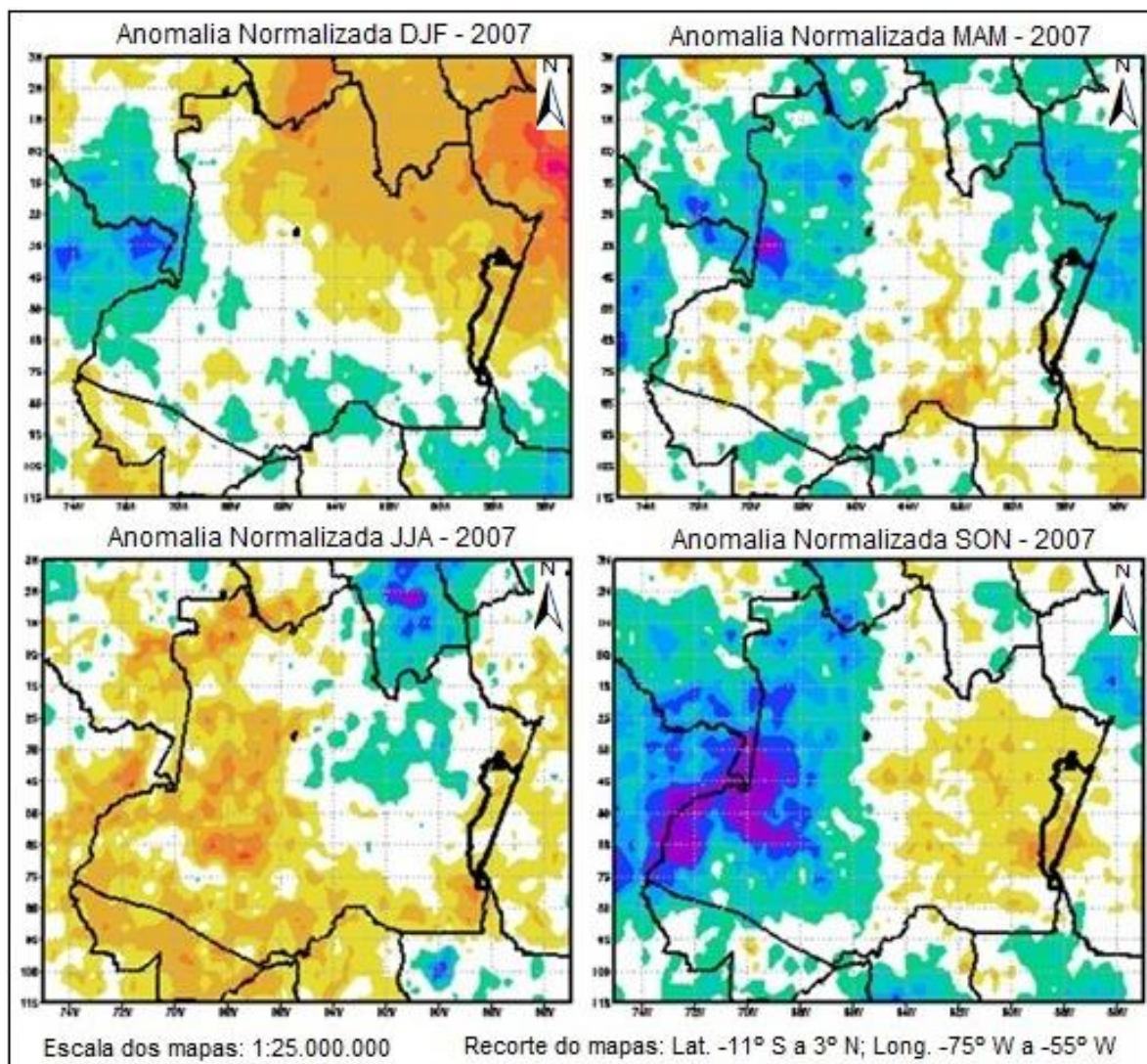
A influência da precipitação sobre a produtividade do guaraná ocorreu basicamente nos anos que apresentaram eventos extremos em decorrência dos fenômenos El Niño e La Niña, levando em consideração a respectiva intensidade (Forte, Moderada e Leve). Os anos de ocorrências de El Niño foram caracterizados de acordo com os dados estimados do PERSIANN-CDR com uma anomalia negativa, ou seja, uma ausência da precipitação. O déficit de precipitação pode ter contribuído para a proliferação de pragas, em especial o tripes ou Lacerdinha (*Liothrips adisi*), pequenos insetos que impedem o desenvolvimento das folhas, prejudicando o crescimento dos ramos e, em consequência a produtividade do guaraná. Os anos de ocorrências de La Niña foram caracterizados com uma anomalia positiva, ou seja, o excesso da precipitação sobre a região. O excesso

de precipitação que pode comprometer a produção, principalmente na inibição dos processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos imaturos nas inflorescências e de polinização das flores em fase madura. O período da colheita também é comprometido pela falta de frutos maduros, com isto, contribuindo para baixa produtividade do guaraná.

Análise da anomalia normalizada da precipitação pluvial

Para a análise da anomalia normalizada da precipitação e sua influência na produtividade do guaraná no município de Maués, observamos os dados estimados do ano de 2007 e 2008. O mapa de anomalia trimestral de 2007 (Figura 7) apresenta uma anomalia positiva, na região norte e nordeste do município de Maués, entre os intervalos de classe de anomalia normalizada de Normal (-0.5 a 0.5) a Tendência a chuvoso (0.5 a 1). Esta anomalia pode ter sido influenciada pelo fenômeno La Niña (2007-2008) de intensidade moderada, caracterizando um pequeno excesso de pre-

Figura 7. Anomalia normalizada de precipitação pluvial trimestral de 2007, Maués, AM.



Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S. 2018.

cipitação sobre o município, que não impactou negativamente no plantio de novas mudas de guaraná e na floração do guaraná. A produção de guaraná deste ano foi de 624 t, com um rendimento médio da produção 208 kg/ha (produtividade) em uma área colhida de 3000 ha. Essa alta produtividade pode ser explicado pela inserção dos cultivares clonais (mais resistentes e produtivos) na região.

Os eventos extremos influenciam significativamente a produtividade de culturas como o guaranazeiro (Morais et al. 2008, p. 2). Na safra de 2007/2008 os guaranazeiros do Amazonas, em geral apresentaram um declínio de produtividade. Segundo Morais et al. (2008) dentre as hipóteses levantadas para explicar a redução da produtividade, foi a influência de anomalias positivas de precipitação (excesso de chuvas) em 2007, em alguns dos meses caracteristicamente menos chuvosos da região (julho, agosto, setembro e outubro). Segundo Morais et al (2008) o excesso de chuvas pode ter interferido efetivamente nos processos de indução do florescimento, de manutenção de flores e frutos

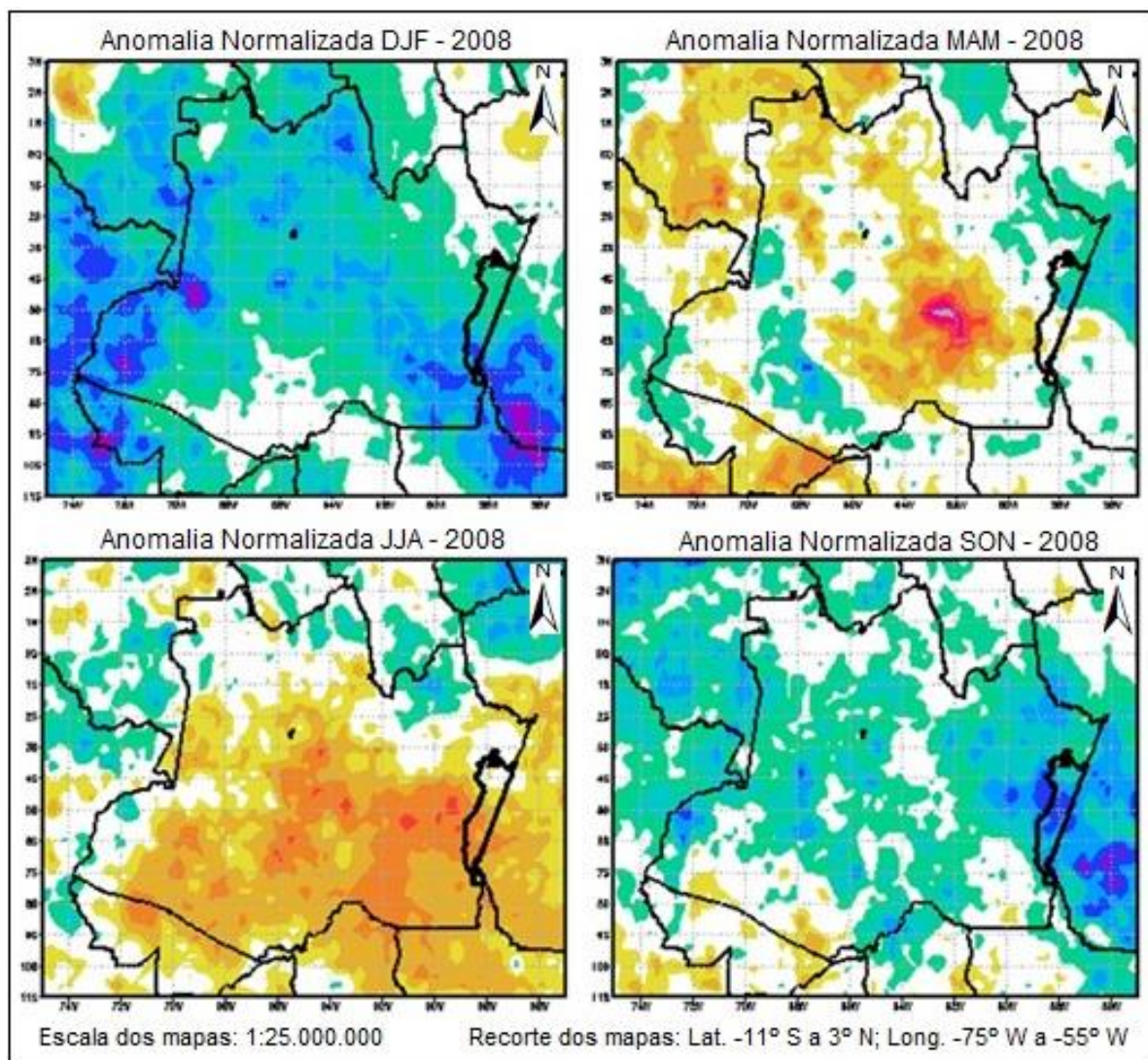
imaturos nas inflorescências e de polinização das flores do guaranazeiro.

Em 2008 ocorreu uma anomalia positiva no primeiro trimestre DJF, no início do plantio de novas mudas do guaraná, que permaneceu no segundo trimestre, e só foi normalizar no trimestre seguinte JJA. Mas no trimestre SON ocorreu uma anomalia positiva, com a média do trimestre variando de tendência a muito chuvoso à muito chuvoso (Figura 8).

Segundo Silva (2001), altas taxas de precipitação no mês de agosto (> 150 mm) reduziram significativamente a produtividade do guaranazeiro. De acordo com Silva (2001), as chuvas fortes no trimestre JJA – Junho, Julho e Agosto (período de floração do guaranazeiro) prejudicam a produtividade, uma vez que o processo de polinização é dependente dos principais agentes polinizadores, que são as abelhas.

Comparando as médias mensais dos dados estimados do ano de 2007 e 2008 (Figura 9) ficou evidente uma forte

Figura 8. Anomalia normalizada de precipitação pluvial trimestral de 2008, Maués, AM.



Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S., 2019.

anomalia positiva no mês de junho de 2008, início da floração do guaraná e no final da floração em agosto.

Segundo Moraes et al (2008), a partir de certo limiar, as chuvas fortes no período de floração podem provocar a queda de flores e frutos jovens, prejudicando a produtividade. Chuvas com intensidades maiores que 15 mm/h já começam a causar queda de flores e frutos (Silva, 2001).

Houve uma diminuição trágica na produtividade do guaraná (semente) em 2008, totalizando nesse ano somente 63 kg/ha, com uma perda de 140 kg/ha em relação ao ano de 2007, cuja, a produtividade foi de 203 kg/ha.

Conclusão

A comparação pontual entre os dados de precipitação estimados (PERSIANN-CDR) e observados (estação meteorológica de superfície), apresentou uma correlação positiva entre os dados, apesar dos dados estimados superestimar a precipitação na região, os mesmos, reproduzem as médias e acumulados anuais da série histórica, assim como os sistemas precipitantes atuantes em cada período.

A normal climatológica dos dados estimados apresentou um acumulado anual de precipitação para Maués de 2625 mm, demonstrando uma variabilidade dentro dos parâmetros da precipitação pluvial favorável ao cultivo do guaraná na região.

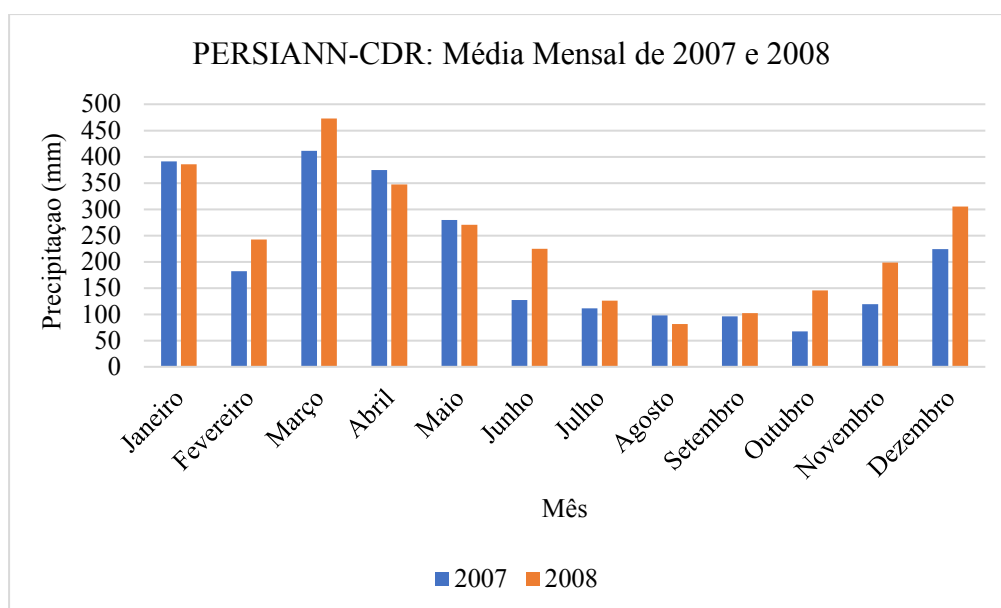
A precipitação influencia na produtividade do guaraná principalmente no período de floração do guaranaizeiro que ocorre no trimestre Junho, Julho e Agosto (JJA), caracteristicamente menos chuvosos na região. Eventos extremos, como anomalia positiva (excesso de chuvas) pode interferir efetivamente nos processos de indução de

florescimento do guaraná (Moraes et al. 2008). A produtividade do guaraná de 2008 no município de Maués (AM) apresentou um declínio de produtividade, 63 kg/ha, com uma diferença de 140 kg/ha em relação à produtividade do ano anterior. Dentre as hipóteses levantadas foi a influência da anomalia positiva de precipitação (excesso de chuva) na região, influenciada pelo fenômeno La Niña de Intensidade Moderada. Segundo estudos de Silva (2001), chuvas com intensidades maiores que 15 mm/h causam queda de flores e frutos do guaranaizeiro.

Outra hipótese é a anomalia negativa, o déficit de precipitação pluvial influenciado pelo fenômeno El Niño, que pode contribuir no processo de proliferação de pragas, em especial o tripses ou Lacerdinha (*Liothrips adisi*), pequenos insetos que impedem o desenvolvimento das folhas, prejudicando o crescimento dos ramos e, em consequência, a produção de flores (Tavares, 2009; Garcia, 1998). No início de período seco (julho-agosto) ele se multiplica rapidamente e permanece na cultura durante a floração e frutificação, destruindo as flores e os frutos jovens em crescimento (Tavares, 2005; Garcia, 1998).

No período de estudo da influência das anomalias positivas e negativas de precipitação sobre a produtividade do guaraná, principalmente na fase da floração, apresentou uma oscilação (aumento ou diminuição) da produtividade, em destaque os anos de 2007 e 2008, podendo ter como causa a precipitação no período da floração, como pode ser apontada nas análises das anomalias normalizada de cada trimestre dos respectivos anos.

Figura 9. Comparação da média mensal de 2007 e 2008 do PERSIANN-CDR, Maués, AM.



Fonte: Dados do PERSIANN-CDR. Elaborado por SANTOS, F. S. 2018.

Agradecimentos

Ao Censipam - CR - Manaus pelo acolhimento e disposição da estrutura tecnológica.

Ao INMET e a Embrapa pelo o fornecimento dos dados meteorológico e produtividade do guaraná.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas.

Contribuição dos autores

F. S. SANTOS, concepção do trabalho, aquisição e análise dos dados e redação do artigo.

J. M. B. SARAIVA, aquisição e análise dos dados e revisão do artigo.

A. L. ATROCH, aquisição e análise dos dados e revisão do artigo.

Referências

- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. **Revista RA'EGA**. Curitiba, Editora UFPR. n. 8, p. 141 – 152, 2004.
- CASTRO, N.H.C. de. Cultura do guaranazeiro. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1992, 71p. (EMBRAPA-CPATU. **Documentos**, 68).
- COHEN, J. C. **Um estudo observacional de linhas de instabilidade na Amazônia**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). 121f. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos – SP. INPE, 1989. 153 p.
- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM. Boletim de Monitoramento Hidrometeorológico da Amazônia Ocidental. **Boletim nº 05**, fev. 2019. p. 13.
- DUBREUIL, V. et al. Padrões de precipitação no Sul da Amazônia baseado no PERSIANN-CDR: Características e tendências. **Anais. XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR**. 28 a 31 de maio de 2017 - INPE, Santos - SP, Brasil. ISBN: 978-85-17-00088-1.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (Manaus, AM). Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (Manaus, AM). Guaraná: como cultivar. Manaus. 1998. 15p. (EMBRAPA-CPAA. **Documentos**, 14). ISSN 0103-6238.
- FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Uma Revisão Geral Sobre o Clima da Amazônia. **ACTA AMAZÔNICA**, V. 28, nº 2, 1998. p. 121-126. DOI: 10.1590/1809-43921998282126
- GARCIA, M. V. B. Tripes: praga do guaranazeiro. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1998. **1 folder**.
- HOMMA, A. K. O. **Extratvismo vegetal na Amazônia**: história, ecologia, economia e domesticação. Embrapa: Brasília-DF, 2014.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes / IBGE. v. 43, p.1-62, 2016. ISSN 0101-3963. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria.html>. Acesso em: 22 mai. 2018.
- MOLION, L. C. B. Climatologia Dinâmica da região Amazônica: mecanismos de precipitação. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 2(1): 1987. p. 107 - 117.
- MORAIS, R. R. et al. Influência de eventos climatológicos extremos sobre a produtividade do guaranazeiro no Amazonas. **Comunicado técnico**. EMBRAPA. ISSN 1517-3887. Dezembro, 2008, Manaus, AM.
- NASCIMENTO FILHO, F. J. et al. Cultivo do Guaranazeiro no Amazonas: Técnicas para a Melhoria da Produtividade. Embrapa Amazônia Ocidental. 12 p. (**Embrapa Amazônia Ocidental. Circular técnica; 22**). Manaus - AM, novembro, 2004.
- NASCIMENTO FILHO, F. J. et al. Cultivo do Guaranazeiro no Amazonas: Técnicas para a Melhoria da Produtividade. In: **Circular técnica**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, nº 22, nov. 2016. p. 1 - 12.
- PACHECO, B. L. R.; SILVA JÚNIOR, L. G.; OLIVEIRA, L. A. Estudo da relação entre temperatura/altitude e precipitação/altitude aplicando-se os métodos de correlação e regressão. **Revista Geonorte**. Edição Especial 2, V.1, N.5, p.561 – 572, 2012.
- PEREIRA, Nunes. **Os índios Maués**. 2ª ed. Manaus: editora Valer e Governo do Estado do Amazonas, 2003.
- QUADROS, M. F. L. **Estudo de episódios de zonas de convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos: INPE, 1994. 124 p.
- SILVA, E. A. **A influência do clima na produção de clones de guaraná (Paullinia cupana var. sorbilis) no município de Manaus, Amazonas**. 2001. 77 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- TAVARES, A. M. et al. Cultura do guaranazeiro no Amazonas (4ª edição). Embrapa Amazônia Ocidental, 40 p. (**Embrapa Amazônia Ocidental. Sistemas de Produção; 2**). Manaus - AM, novembro, 2005.
- TAVARES, A. M.; GARCIA, M. V. B. Tripes do guaranazeiro: *Liothrips adisi* zur Strassen, 1977 (*Thysanoptera: Phlaeothripidae, Phlaeothripinae*). In: **Documentos 69**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, mai. 2009. p. 1 - 52.
- UVO, C. B. **A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação da Região Norte do Nordeste brasileiro**. 81p. (INPE – 4887 – TDL/378). Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1989.

REFERENCIAÇÃO

SANTOS, F. S.; SARAIVA, J. M. B.; ATROCH, A. L. Influência da precipitação pluvial na produtividade do guaraná no município de Maués, AM. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.29, e026787, 2021.



Influence of rainfall on guaraná productivity in the municipality of Maués, AM, Brazil

Franciney Souza Santos^{1(*)}, Jaci Maria Bilhalva Saraiva² and André Luiz Atroch³

¹Secretaria de Estado de Educação e Qualidade de Ensino do Amazonas (SEDUC) Amazonas. Rua José Pinto Correa, 02, Parque 10 de novembro, CEP 69054-734 Manaus, AM, Brazil. E-mail: franciney.santos@outlook.com

²Centro Regional do Sistema de Proteção da Amazônia (CR-MN). Av. do Turismo, 1350, Tarumã, CEP 69041-010, Manaus, AM, Brazil. E-mail: jaci.saraiva@furg.br

³Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (CPAA). Rodovia AM-010, km 30, Caixa-postal 319, CEP 69011-970 Manaus, AM, Brazil. E-mail: andre.atroch@embrapa.br

(*)Corresponding author.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 14 September 2020

Accepted 9 June 2021

Index terms:

Paullinia cupana

guaranazeiro

ENSO

productivity

Amazon biome

ABSTRACT

The culture of guarana has a cultural and economic connection with the city of Maués, AM, Brazil, being the main source of the municipality's economy and its productivity impacts either positively or negatively on the city's economy. The objective of this work was to analyze the influence of rainfall on the productivity of guaraná in the period from 1984 to 2014, in the municipality of Maués, AM, Brazil. The research was based on bibliographic studies and on the analysis of secondary data: observed and estimated rainfall data, and guarana productivity data. The technical procedures were based on the use of manipulation and visualization programs, time series calculations, creation of maps of spatialization and variability of rainfall, and electronic spreadsheets in statistical applications. The results showed that the estimated precipitation data overestimated the precipitation when compared to the observed precipitation, however they managed to reproduce the monthly and annual variability. Throughout the period, an oscillation in productivity was observed, of which, it is pointed out as the cause of rainfall in the time of guaranazeiro flowering, caused by the phenomena El Niño and La Niña.

© 2021 SBAgro. All rights reserved.

CITATION

SANTOS, F. S.; SARAIVA, J. M. B.; ATROCH, A. L. Influência da precipitação pluvial na produtividade do guaraná no município de Maués, AM. *Agrometeoros*, Passo Fundo, v.29, e026787, 2021.