



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

WALBER DOS SANTOS SANTANA

**DINÂMICA TEMPORAL (2000-2020) DA PRODUÇÃO DE MILHO EM PÃO DE
AÇÚCAR, SEMIÁRIDO DE ALAGOAS**

**AREIA
2022**

WALBER DOS SANTOS SANTANA

**DINÂMICA TEMPORAL (2000-2020) DA PRODUÇÃO DE MILHO EM PÃO DE
AÇÚCAR, SEMIÁRIDO DE ALAGOAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso de Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Duarte Pereira

Coorientador: MSc. João Paulo de Oliveira Santos

**AREIA
2022**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S232d Santana, Walber Dos Santos.
Dinâmica temporal (2000-2020) da produção de milho em Pão de Açúcar, Semiárido de Alagoas / Walber Dos Santos Santana. - Areia, 2022.
22 f. : il.

Orientação: Daniel Duarte Pereira.
Coorientação: João Paulo de Oliveira Santos.
TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Agricultura de sequeiro. 3. Estiagem. 4. Zea mays L. I. Pereira, Daniel Duarte. II. Santos, João Paulo de Oliveira. III. Título.

UFPB/CCA-AREIA CDU 631/635(02)

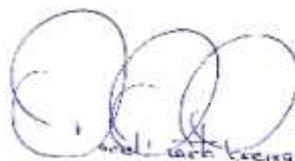
WALBER DOS SANTOS SANTANA

**DINÂMICA TEMPORAL (2000-2020) DA PRODUÇÃO DE MILHO EM PÃO DE
AÇÚCAR, SEMIÁRIDO DE ALAGOAS**

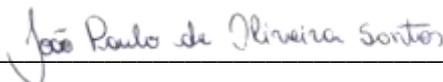
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso de Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em: 17/06/2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Daniel Duarte Pereira (Orientador)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



MSc. João Paulo de Oliveira Santos (Coorientador)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



MSc. Valéria Fernandes de Oliveira Sousa (Avaliadora)
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

A minha vó, Dona Benedita, por todo o apoio, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, por me ter dado força e saúde para superar as dificuldades.

Aos meus pais Valdemir e Quitéria por serem sempre o meu ponto de apoio e referência.

A minha irmã Mislany pelo companheirismo e cumplicidade.

A toda minha família, em especial a minha vó Benedita e minha tia Vandilza, por toda ajuda, atenção e encorajamento.

Aos amigos do Piau - AL, Ericson, Guilherme, Thiago e Felipe (*in memoriam*), pessoas que fazem jus ao significado de Amigo.

Aos colegas e Professores do IFAL - Campus Piranhas, pessoas incríveis que de alguma forma contribuíram para que eu pudesse chegar até aqui.

A Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, pela oportunidade de aprendizagem no âmbito profissional e pessoal.

A João Paulo, meu conterrâneo, o verdadeiro pequeno grande homem, um dos principais responsáveis por minha vinda a Areia e que também está presente, no momento em que este ciclo se encerra.

A Valéria, pelos ensinamentos e participação na banca examinadora.

Ao Prof. Dr. Daniel Duarte Pereira (a lenda viva), que desde a minha chegada ao CCA me deu oportunidades e acreditou nos meus projetos, em especial a Rural - Empresa Júnior de Agronomia, Zootecnia e Veterinária. Agradecer não apenas pela orientação acadêmica, mas pelos ensinamentos de vida que não estão escritos em artigos científicos. Será sempre a minha referência quando o assunto for Semiárido e entre outras coisas, já que o “*homi*” sabe fazer quase tudo. QUEIMA!

A todos agradeço!

RESUMO

O milho é uma das principais culturas produzidas no Semiárido do Brasil (SAB), com múltiplas utilizações e importante constituinte da alimentação humana e animal nessa região. No entanto, seu cultivo é realizado majoritariamente em regime de sequeiro, o que torna a produção desse cereal extremamente dependente da ocorrência de chuvas em quantidade e distribuição adequadas. Nesse sentido, esse estudo objetivou analisar a dinâmica da produção de milho no município de Pão de Açúcar, Semiárido de Alagoas, no período de 2000–2020. Os dados utilizados foram extraídos do banco de informações da Produção Agrícola Municipal do IBGE, utilizando-se o Sistema de Recuperação Automática (SIDRA). Os dados foram submetidos a análise de componentes principais (ACP). Os resultados evidenciaram grande variabilidade anual da produção de milho, refletida em fortes oscilações das variáveis analisadas. Baixas produtividades e baixas quantidades produzidas dessa cultura foram observadas assim como discrepâncias entre a área plantada e a área colhida. A ACP evidenciou forte associação entre o valor da produção, quantidade produzida, área colhida e área plantada. Ainda, os anos em monitoramento foram agrupados em dois clusters com características produtivas distintas. Diante da importância da cultura do milho para Pão de Açúcar, são necessárias ações que visem fortalecer localmente a produção desse cereal.

PALAVRAS-CHAVE: agricultura de sequeiro; estiagem; *Zea mays* L.

ABSTRACT

Corn is one of the main crops produced in the semiarid region of Brazil, with multiple uses and an important constituent of human and animal food in this region. However, its cultivation is carried out mostly under rainfed conditions, which makes the production of this cereal extremely dependent on the occurrence of rainfall in adequate amounts and distribution. In this sense, this study aimed to analyze the dynamics of corn production in the municipality of Pão de Açúcar, semi-arid region of Alagoas, in the period 2000-2020. The data used were extracted from the IBGE's Municipal Agricultural Production information bank, using the Automatic Recovery System (SIDRA). Data were subjected to principal component analysis (PCA). The results showed great annual variability in corn production, reflected in strong fluctuations in the variables analyzed. Low yields and low quantities produced of this crop were observed, as well as discrepancies between the planted area and the harvested area. The PCA showed a strong association between the value of production, quantity produced, harvested area and planted area. Also, the years under monitoring were grouped into two clusters with different production characteristics. Given the importance of corn cultivation for Pão de Açúcar, actions are needed to locally strengthen the production of this cereal.

KEYWORDS: rainfed agriculture; drought; *Zea mays* L.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapas: Localização do município de Pão de Açúcar, Alagoas.....	13
Figura 2 - Gráficos: Área plantada (A), área colhida (b) e produtividade (c) da cultura do milho no município de Pão de Açúcar, Alagoas, no período 2000-2020.	15
Figura 3 - Gráficos: Quantidade produzida (A) e valor da produção (b) da cultura do milho no município de Pão de Açúcar, Alagoas, no período 2000-2020.	16
Figura 4 - Gráfico: Análise de Componentes Principais.	17

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1	Importância Econômica do milho.....	10
2.2	Restrições ambientais para a produção do milho	11
3	METODOLOGIA	12
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5	CONCLUSÕES	18
	REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

O milho *Zea mays* L. é uma das culturas anuais de cereais mais importantes do mundo, fornecendo um alimento básico, e sendo usado como fonte de renda para muitas populações oriundas de países em desenvolvimento (TANDZI; MUTENGWA, 2020). Devido ser uma das culturas mais versáteis, por ter muitos usos na dieta humana, ração animal e matéria-prima para grande número de produtos, sendo cultivada em diversas condições ambientais e em mais de 230 países (SUGANYA et al., 2020).

O Brasil é o terceiro maior produtor do mundo de milho, precedido pela China e os Estados Unidos (TANKLEVSKA et al., 2020). Em 2018, a produção mundial de milho atingiu 1,15 bilhão de toneladas, com o Brasil totalizando 82,3 milhões de toneladas (FAO, 2020). Da produção nacional a região Nordeste é responsável por 8,48% da produção brasileira de milho, concentrando a maior parte nos estados da Bahia e Piauí (IBGE, 2020). O estado de Alagoas concentra cerca de 1% da produção brasileira de milho (IBGE, 2020).

A Região Nordeste apresenta variabilidade interanual acentuada, principalmente no que diz respeito às chuvas, com alguns anos extremamente secos, e outros extremamente chuvosos. Três climas diferentes são compostos pela região, com as chuvas anuais variando entre 200 e 800 mm: clima litorâneo úmido, clima tropical e clima tropical semiárido (COSTA et al., 2020).

A cultura do milho é cultivada nessa região em sistema de sequeiro, geralmente por pequenos produtores, sendo altamente dependente de bons índices pluviométricos e boa distribuição destes para alcançar desempenho satisfatório (CARTAXO et al., 2019). Logo, a deficiência hídrica e a irregularidade das chuvas limitam a obtenção de alta produtividade de milho no Semiárido do Nordeste brasileiro (LIMA et al., 2020).

Além de importante no agronegócio, a cultura do milho é a base de sustentação das pequenas propriedades, constituindo-se também em um dos principais insumos do complexo agroindustrial (LIMA et al., 2020). Dessa forma, são necessários estudos que busquem gerar informações quanto a dinâmica produtiva dessa cultura em áreas agrícolas do Semiárido do Brasil. Nesse sentido, esse estudo objetivou analisar a dinâmica da produção de milho no município de Pão de Açúcar, Semiárido de Alagoas, no período de 2000–2020.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância Econômica do milho

A área total brasileira plantada de milho no ano de 2020 foi 18.351.075 ha, com 18.253.766 ha colhidos, totalizando produção de 103.963.620 toneladas de milho, com rendimento médio de 5.695 kg/ha (IBGE, 2020). Em nível regional a Região Nordeste concentrou 2.581.935 ha plantados, sendo colhido 2.518.839 ha, resultando na produção de 8.824.070 toneladas, com o menor rendimento médio de produção de grãos (3.503 kg/ha) em relação as demais regiões brasileiras (IBGE, 2020).

Nas últimas décadas ocorreram plantios de milho em todas as regiões geográficas do Brasil, sendo observadas forte tendência de aumento da área anual plantada com a cultura na Região Centro-Oeste e tendência de redução das áreas plantadas nas Regiões Sul, Sudeste e Nordeste (LANDAU e MOURA, 2020). Essa redução na Região Nordeste, quando comparado com a média nacional, explica-se pelo desempenho incipiente de sua lavoura temporária, altamente dependente de chuvas para o crescimento das culturas (CARTAXO et al., 2019).

No estado de Alagoas a quantidade de área de milho plantada foi 38.523 ha, com 31.926 ha colhidos, promovendo 61.097 toneladas de milho produzido (IBGE, 2020), logo é notável a perda de 17,12% em área de cultivo ao comparar a quantidade de área plantada e colhida nesse estado. Essa perda é em sua maioria ao manejo da agricultura de sequeiro, visto que, perdas agrícolas são muito acentuadas com esse manejo (CAVALCANTE et al., 2021).

Levando em consideração que o custo energético para a produção de um hectare de milho corresponde a $15.633 \text{ MJ ha}^{-1}$, que são representados principalmente pelo consumo de insumos (em geral), cerca de 77%, as perdas de áreas produtivas promovem grandes prejuízos aos produtores (ECKERT et al., 2018).

A perda de milho no Brasil é de aproximadamente 8,3 milhões de toneladas, o suficiente para alimentar cerca de 37 milhões de pessoas por ano, ou para produzir 3,67 bilhões de litros de bioetanol. Essas perdas são resultantes tanto da má logística nas áreas de produção, bem como, as perdas pós-colheita, como a questão de armazenamento, transporte e distribuição (ABBADE, 2021).

A cultura do milho, além de importante no agronegócio, sendo um dos principais insumos no complexo agroindustrial, no Semiárido Brasileiro - SAB é a base de sustentação das pequenas propriedades. Além disso, a cultura desempenha um papel importante no manejo conservacionista do solo, como a rotação de culturas e o sistema plantio direto (LIMA et al., 2020).

Contudo, as condições climáticas e características do solo do local e durante as épocas de plantio apresentam influência significativa sobre a produção de milho. A umidade do solo, a radiação solar e variações de temperatura e precipitação pluviométrica determinam o alcance de níveis ótimos para que a capacidade genética do milho plantado se expresse ao máximo (LANDAU et al., 2012).

2.2 Restrições ambientais para a produção do milho

O principal desafio que afeta o crescimento do milho e desenvolvimento é a mudança do padrão climático, levando a mudanças intra-sazonais no rendimento (LIN et al., 2017). As mudanças climáticas ameaçam a produção de milho nos ambientes tropicais semiáridos que já são caracterizados por altas temperaturas e condições pluviométricas variáveis (TESFAYE et al., 2018).

A agricultura de sequeiro predomina na maior parte do mundo e representa aproximadamente 80% de toda a área cultivada (FAO, 2020). No Brasil, a agricultura de sequeiro ocupa 69,9 milhões de hectares, aproximadamente 92% da área total cultivada, e responde por 60% do valor bruto da produção no país. No SAB também há predominância da agricultura de sequeiro, principalmente para o cultivo do milho, mas a contribuição para o valor bruto da produção é muito menor (CAVALCANTE et al., 2021).

A seca é o fator de estresse abiótico mais importante para a produção de milho tanto em ambientes temperados quanto tropicais e as perdas médias anuais de rendimento devido à seca são estimadas em 15% do rendimento potencial em uma base global (EDMEADES, 2008). Perdas adicionais de grãos de milho podem chegar a 10 milhões de toneladas por ano à medida que as temperaturas aumentam e os padrões de chuva mudam sob as mudanças climáticas (EDMEADES, 2008).

Os parâmetros climáticos como umidade do solo e temperatura, mínima e máxima, interferem coletivamente cerca de 40,8% no rendimento do milho (ATIAH et al., 2022). Logo, em anos com maiores estiagens, práticas agrícolas devem ser intensificadas, como manejo do solo, nutricional, criação de novas cultivares adaptadas, inclusão de irrigação adequada e etc (KOGO et al., 2019).

Países em desenvolvimento como Brasil que é um dos grandes produtores de milho, escassos são os estudos sobre como as mudanças climáticas interferem na redução do rendimento do milho, provavelmente devido a informações inadequadas, falta de dados de safras de longo prazo e instalações que podem desempenhar um grande papel na definição de

pesquisas prioridades na modelagem de culturas com o objetivo de entender as respostas das plantas ao ambiente em mudança (DI PAOLA et al., 2016).

Principalmente a falta de investimento e difusão tecnológica na Região Nordeste. Landau et al. (2012) ao avaliarem a dinâmica espaço-temporal da produção de milho no estado de Minas Gerais entre 1999 e 2010 concluíram que a área plantada com milho diminuiu 7,3% entre 1999 e 2010 no Estado de Minas Gerais, período em que ocorreu diminuição da área plantada tanto na primeira quanto na segunda safra, respectivamente. Entretanto, apesar da redução na área plantada, a produção de milho aumentou 56% no período, decorrente de avanços tecnológicos que têm possibilitado incrementos consideráveis de rendimento e produção.

Um fator crucial também é a escolha de cultivares adaptadas as condições edafoclimáticas, pois segundo Fritsche Neto e Môro (2015) a escolha do cultivar representa, pelo menos, 50% da produtividade. Logo, com o desenvolvimento de variedades de alto potencial genético, que geram maior controle a pragas e adaptabilidade edafoclimática elevada, eleva a rentabilidade da produção. No entanto, por ser uma atividade que apresenta um risco relevante, a prática agrícola exige a presença de políticas públicas que ainda são escassas na Região Nordeste.

3 METODOLOGIA

Este estudo foi realizado no município de Pão de Açúcar, Semiárido do estado de Alagoas (Figura 1). A área territorial do município é de 688,87 km² e sua população é estimada em 24.307 habitantes (IBGE, 2022). Pão de Açúcar é um município margeado pelo rio São Francisco, fazendo fronteira com Sergipe. Está inserido na zona fisiográfica do Sertão do São Francisco e sua sede municipal se encontra na margem esquerda do rio. Localizado a 9°44'46" sul do Equador, o município se caracteriza por apresentar elevada taxa de evaporação e baixos e erráticos índices pluviométricos (MENDES; PINTO, 2011).

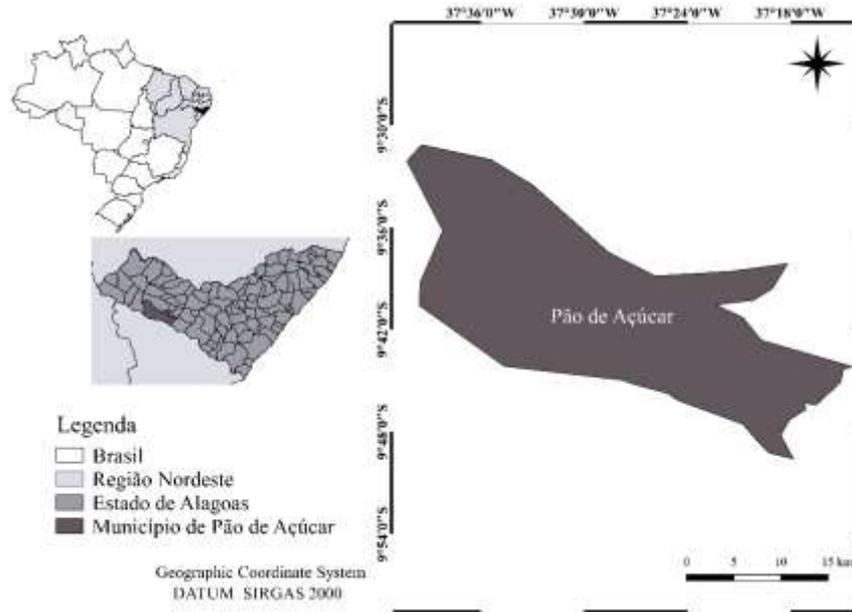


Figura 1. Localização do município de Pão de Açúcar, Alagoas.
Fonte: Autor (2022).

Pão de Açúcar está inserido nos domínios do Bioma Caatinga (IBGE, 2022) e na Bacia do Rio São Francisco e uma de suas principais atividade econômicas é a agropecuária, destacando-se a produção de feijão, mandioca e milho (CPRM, 2005).

As informações utilizadas nesta pesquisa foram oriundas do banco de dados da Pesquisa Agrícola Municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Para a extração dos dados foi utilizado o Sistema de Recuperação Automática (SIDRA, 2022), a partir do qual foram extraídos os dados da produção de milho em Pão de Açúcar no período de 2000–2020. Quatro variáveis relacionadas à produção de milho foram analisadas: (a) área plantada em hectares (ha), que representa o total anual da área plantada com milho no município; (b) área colhida em hectares (ha), que representa o total anual da área efetivamente colhida; (c) quantidade produzida em toneladas (t), correspondente à quantidade anual colhida no município e (d) produtividade em quilogramas por hectare (kg/ha) descrita pela razão entre a quantidade produzida e a área colhida.

Os dados foram tabulados com o auxílio do software Microsoft Excel® e organizados na forma de figuras. Posteriormente, essa matriz de dados foi submetida a uma Análise de Componentes Principais (ACP). Essa técnica tem se popularizado por ser um método de análise multivariada que permite reduzir o número de variáveis de um conjunto de dados, de modo que o padrão de correlações ou de covariâncias entre essas variáveis é identificado e se gera um número menor de novas variáveis a partir do conjunto de dados bruto, sem, contudo, perder as

informações dos dados originais (LOPES et al., 2019a). Essa técnica já foi utilizada com sucesso em outros estudos com dinâmica produtiva de culturas temporárias no SAB, tanto para a cultura do milho (LOPES et al., 2019a; SILVA et al., 2021), como para o feijão (ARAÚJO et al., 2021; SANTOS et al., 2021). A ACP foi obtida a partir do pacote FactoMineR (Factor Analysis e Data Mining com R) (LÊ et al., 2008) no software R versão 3.6.1 (R CORE TEAM, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Elevada variabilidade foi observada para as variáveis produtivas de milho no município. Esse comportamento é comum na produção de milho do SAB, principalmente devido à utilização majoritária da agricultura de sequeiro. Ressalta-se que embora esse cereal seja uma das culturas chave para a agricultura dessa região, sua máxima potencialidade não é atingida, o que se deve ao baixo grau de tecnificação utilizado (SILVA et al., 2021) e a alta variabilidade da distribuição de chuvas, resultando em baixos rendimentos dessa cultura (LOPES et al., 2019b).

Os maiores valores de área plantada foram observados nos anos de 2002, 2003 e 2005, no qual 3.600 hectares foram cultivados com essa cultura (Figura 2A). Por sua vez, em 2012 foram plantados apenas 300 ha, o menor valor dessa variável em todo período amostral. Oscilações na área plantada com lavouras temporárias no SAB estão ligadas principalmente à ocorrência de quantidade adequada de chuva no início do período de plantio, o que pode influenciar os produtores a aumentarem ou retraírem as áreas que serão cultivadas (ARAÚJO et al., 2021; LUNA et al., 2021; SILVA et al., 2021).

Os resultados obtidos demonstram a grande suscetibilidade local dessa cultura a eventos de perda de safra, refletidos em discrepâncias entre a área plantada e a área colhida. Ressalta-se que dos 21 anos analisados, em apenas 4 (2005, 2006, 2007, 2008 e 2015), as áreas que foram plantadas foram efetivamente colhidas (Figura 2B). Resultados desse tipo são comuns para culturas agrícolas no SAB e expõem a fragilidade desses sistemas produtivos, especialmente por sua elevada dependência de bons índices pluviométricos para que essas culturas possam ter um adequado desenvolvimento (BATISTA et al., 2018; SANTOS et al., 2021). Discrepâncias entre a área plantada e área colhida em outras regiões do SAB são reportadas tanto para o milho (SILVA et al., 2021), como para o feijão comum (ARAÚJO et al., 2021) e feijão caupi (LUNA et al., 2021).

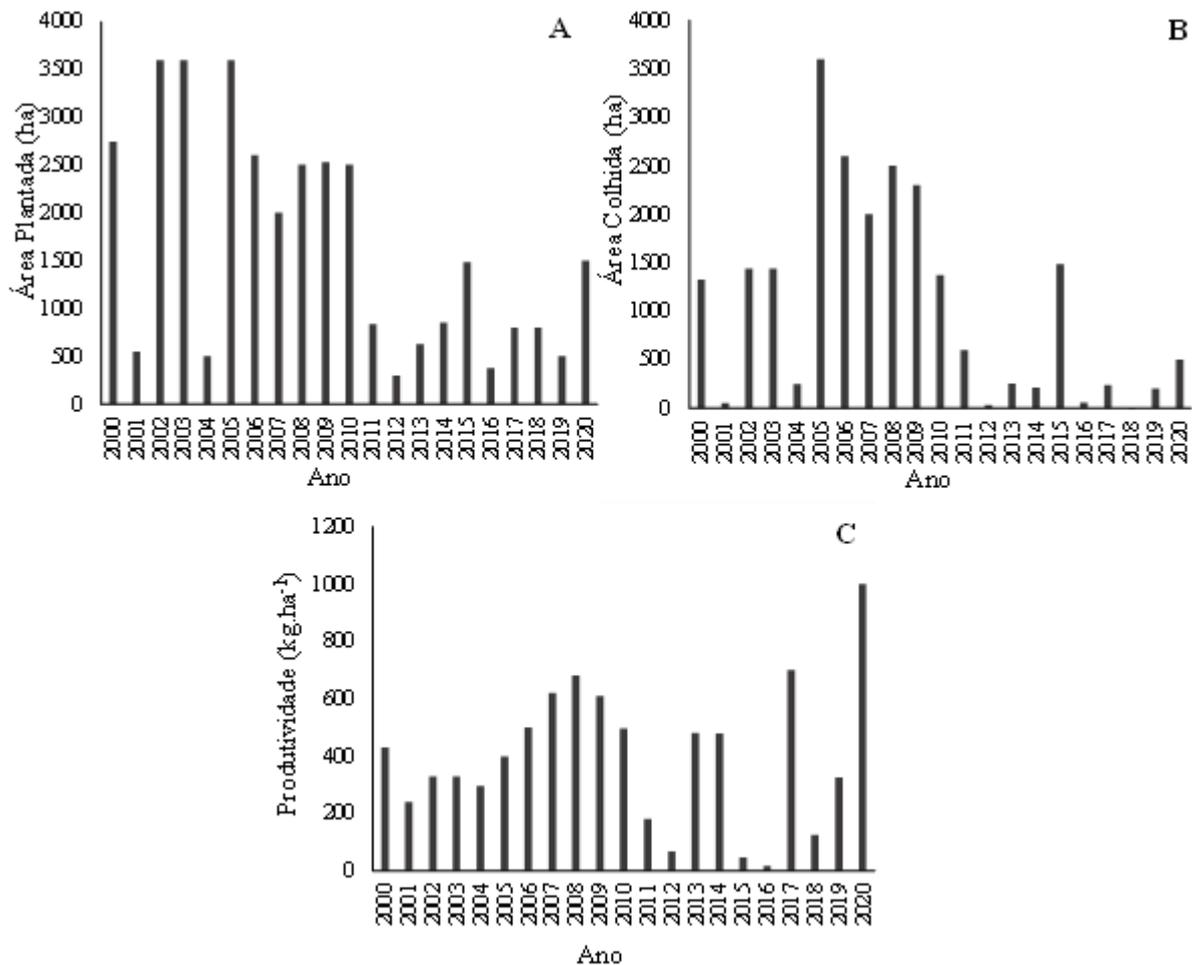


Figura 2. Área plantada (A), área colhida (b) e produtividade (c) da cultura do milho no município de Pão de Açúcar, Alagoas, no período 2000-2020.

Fonte: Adaptado do SIDRA (2022).

A produtividade local dessa cultura oscilou entre 18 kg.ha^{-1} (2016) e 1.000 kg.ha^{-1} (2020) (Figura 2C), evidenciando a grande oscilação dessa variável e o baixo desempenho da cultura do milho na área em estudo. Deve-se destacar que mesmo em 2020, a produtividade do milho nesse município foi bem inferior à produtividade média brasileira desse cereal, que foi de 5.695 kg.ha^{-1} . Ainda, em 2020, a produtividade de milho em Pão de Açúcar foi inferior ao rendimento médio de Alagoas (1.914 kg.ha^{-1}) e da região Nordeste (3.503 kg.ha^{-1}) para esse mesmo período (SIDRA, 2022).

Baixas produtividades de milho são recorrentes no SAB, onde em quase 90% de seu território foram obtidos rendimentos inferiores a 1000 kg.ha^{-1} durante o período de 1990 a 2014 (LOPES et al., 2019a).

No ano de 2008 se obteve a maior quantidade produzida de milho do período amostral, com 1700 toneladas (Figura 3A). Já nos anos de 2016 e 2018 a produção desse cereal no

município foi de apenas 1 tonelada. Em anos de baixa produção agrícola se acentuam os eventos de vulnerabilidade social das populações rurais do SAB, visto que há o comprometimento de um importante segmento gerador de renda, o que pode culminar em eventos como o êxodo rural (MATTOS; MAY, 2020).

O valor da produção atingiu o valor máximo de R\$ 680.000 no ano de 2008 (Figura 3A). Porém, esse valor foi abaixo de R\$ 100.000 em 11 (2001, 2004, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 e 2019) dos 21 anos em análise. Esses resultados demonstram que, embora o milho seja uma das principais culturas produzidas em Pão de Açúcar, sua contribuição econômica ainda é muito pequena, o que requer esforços de ampliação dessa cadeia produtiva, o que requer para tanto, esforços para a obtenção de melhores rendimentos produtivos (ARAÚJO et al., 2021; LUNA et al., 2021; SILVA et al., 2021).

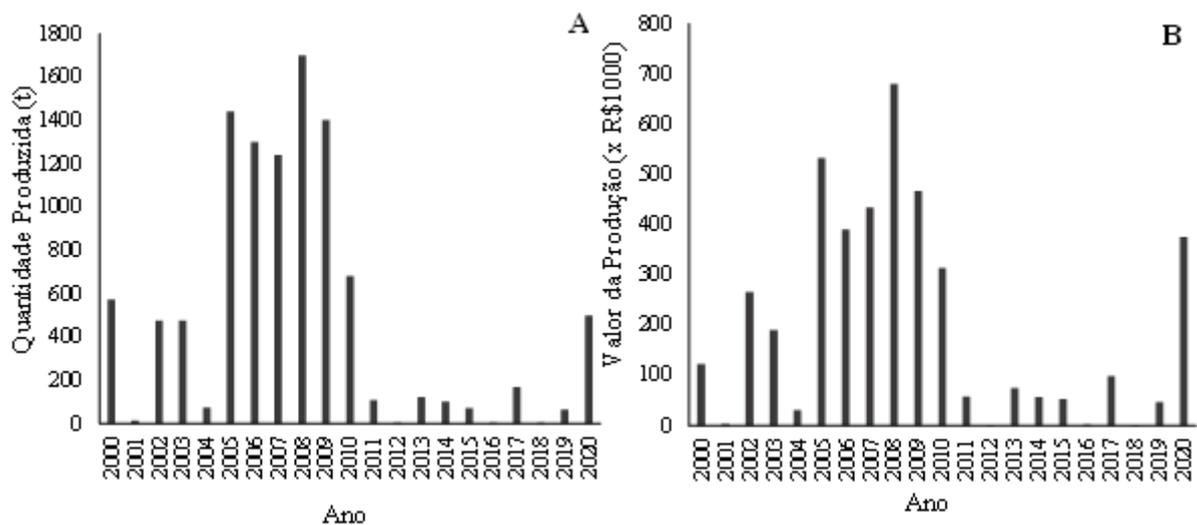


Figura 3. Quantidade produzida (A) e valor da produção (b) da cultura do milho no município de Pão de Açúcar, Alagoas, no período 2000-2020.

Fonte: Adaptado do SIDRA (2022).

Os resultados demonstram uma tendência de retração temporal nas variáveis produtivas de milho em Pão de Açúcar, especificamente no período de 2011 a 2019. O ano de 2012 foi marcado pelo início de uma das piores secas da história do SAB, e considerada a pior em 30 anos, o que resultou em severas perdas produtivas para as culturas locais, inclusive para o milho (ROSSATO et al., 2017). Levando em consideração que a variabilidade da precipitação interanual é um fator determinante na produtividade de milho nessa região (LOPES et al., 2019a), quando os requisitos climáticos para a produção agrícola não são atingidos, as quebras de safra serão proporcionais à duração e gravidade dos eventos climáticos adversos (ROSSATO et al., 2017).

Em contraste ao observado para o período 2011-2019, os valores de produtividade, quantidade produzida e valor da produção verificados para o ano de 2020 evidenciam uma possível recomposição desse segmento produtivo em Pão de Açúcar.

A Análise de Componentes Principais (ACP) (Figura 4), foi responsável por explicar 92,6% da variação original dos dados em seus dois primeiros eixos (CP1 e CP2). Para o eixo 1, que reteve 75,8% da explicação, as variáveis mais fortemente associadas significativamente foram valor da produção ($r = 0,96$; $p < 0.001$), quantidade produzida ($r = 0,96$; $p < 0.001$), área colhida ($r = 0,92$; $p < 0.001$) e área plantada ($r = 0,83$; $p < 0.001$). Resultados que mostram que em Pão de Açúcar, a obtenção de maiores quantidades produzidas com milho e maior valor de produção dessa cultura estão associados com maiores áreas plantadas e colhidas, evidenciando-se assim que a produtividade é um fator secundário, o que demonstra a baixa tecnificação empregada localmente e indicar uma vertente que precisa ser trabalhada com atenção pelas instituições de extensão e fomento agrícola.

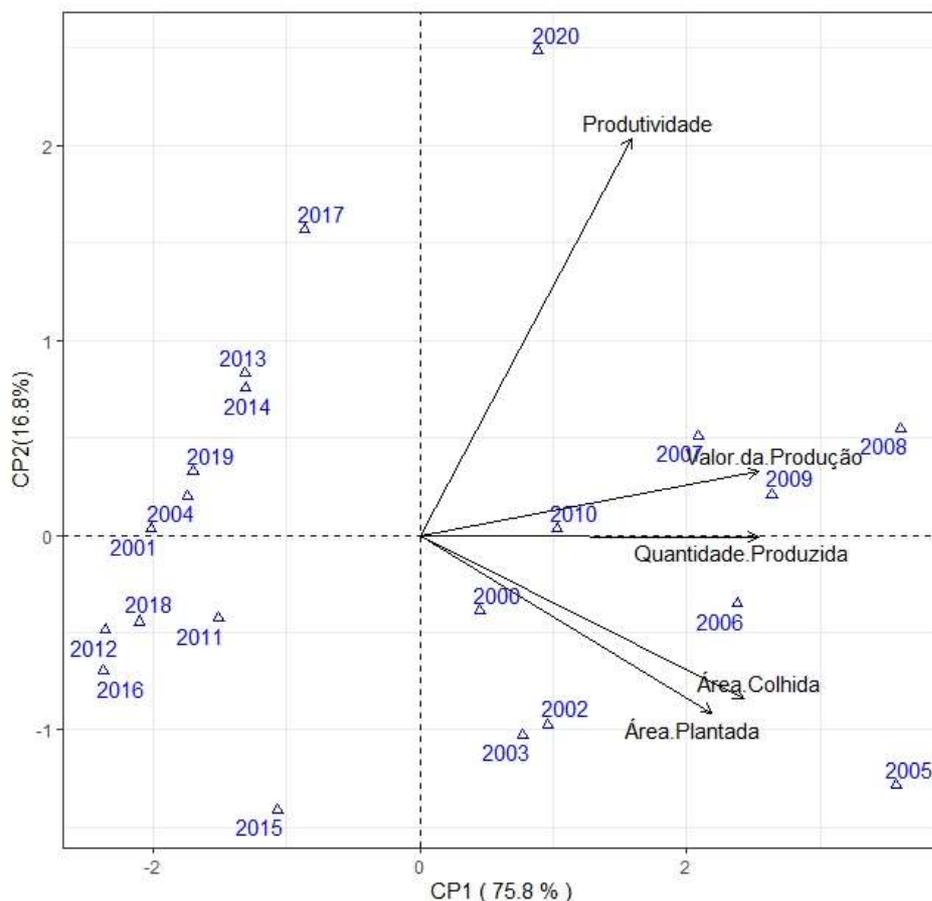


Figura 4. Análise de Componentes Principais.

No eixo 2, que explicou 16,8% da variância dos dados, observa-se apenas o efeito significativo da produtividade ($r = 0,89$; $p < 0.001$). A ACP permite ainda a identificação de 3

grupos com características distintas; o formado pelo ano de 2020, com maior produtividade; o formado pelos anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 e 2010, com as melhores características produtivas, especialmente quantidade produzida e valor de produção; e por fim, o agrupamento formado pelos anos de 2001, 2004, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 e 2019, que compartilham das menores métricas de produção.

Pão de Açúcar é um dos principais municípios da bacia leiteira de Alagoas, logo, a produção de milho localmente também apresenta grande relevância para a alimentação animal. De modo que, além da produção de grãos, a palhada do milho é amplamente utilizada *in natura* ou ensilada para a alimentação dos rebanhos locais. Nesse sentido, evidencia-se a necessidade de ações que busquem melhorar o desempenho local dessa cultura, buscando-se assim contribuir para o dinamismo do setor agropecuário e a obtenção de maiores retornos econômicos e sociais. Para tanto, estratégias como o uso de variedades de milho com tolerância ao déficit hídrico e a disponibilização de assistência técnica adequada são ações recomendadas (SILVA et al., 2021).

5 CONCLUSÕES

A produção de milho em Pão de Açúcar apresenta grande variabilidade interanual, sobretudo devido aos padrões irregulares de precipitação e o baixo grau de tecnificação empregado localmente. Dessa forma, torna-se necessária a adoção de estratégias de produção mais adaptadas e resilientes as condições climáticas locais, visando reduzir a vulnerabilidade produtiva local dessa cultura.

REFERÊNCIAS

- ABBADE, E.B. Estimating the potential for nutrition and energy production derived from maize (*Zea mays* L.) and rice (*Oryza sativa* L.) losses in Brazil. **Waste Management**, v.134, p.170-176, 2021.
- ARAÚJO, J. R. E. S.; BATISTA, M. C.; SABINO, B. T. S.; ALMEIDA, I. V. B.; ABREU, K. G.; ARAÚJO, E. F. B; SANTOS, J. P. O. Agricultura de sequeiro e variabilidade produtiva de uma cultura de subsistência em Gado Bravo, Semiárido da Paraíba. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 3, p. 2905-2918, 2021.
- ATIAH, W.A.; AMEKUDZI, L.K.; AKUM, R.A.; QUANSAH, E.; ANTWI-AGYEI, P.; DANOUR, S.K. Climate variability and impacts on maize (*Zea mays*) yield in Ghana, West Africa. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, 148:185–198, 2022.
- BATISTA, M. C.; SANTOS, J. P. O.; SILVA FILHO, J. A.; SOUSA, J. Í., SILVA FÉLIX, R. J.; SILVA, J. L. C. Influence of rainfall variability on bean production (*Phaseolus vulgaris* L.) in a municipality of Brazilian semiarid. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 3, n. 1, p. 001-007, 2018.
- CARTAXO, P. H. A.; LAURENTINO, L. G. S.; ARAÚJO, H. M.; LACERDA, L. B.; GONZAGA, K. S.; SANTOS, A. S.; SANTOS, J. P. O. Análise da dinâmica agropecuária (1996-2017) do município de Dois Riachos, Alagoas (Brasil). **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 1, n. 1, p. 2-8, 2019.
- CAVALCANTE, E.S.; LACERDA, C.F.; COSTA, R.N.T.; GHEYI, H.R.; PINHO, L.L.; BEZERRA, F.M.S.; OLIVEIRA, A.C.; CANJÁ, J.F. Supplemental irrigation using brackish water on maize in tropical semi-arid regions of Brazil: yield and economic analysis. **Scientia Agricola**, v.78, e20200151, 2021
- COSTA, R.L.; BAPTISTA, G.M.M.; GOMES, H.B.; SILVA, F.D.S.; ROCHA JÚNIOR, R.L.; SALVADOR, M.A.; HERDIES, D.L. Analysis of climate extremes indices over northeast Brazil from 1961 to 2014. **Weather and Climate Extremes**, v.28, e100254, 2020.
- CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Diagnóstico do município de Pão de Açúcar, estado de Alagoas**. Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz

Carlos de Souza Junior, Franklin de Morais, Vanildo Almeida Mendes, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 22 p.

DI PAOLA, A.; VALENTINI, R.; SANTINI, M. An Overview of Available Crop Growth and Yield Models for Studies and Assessments in Agriculture. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.96, p.709-714, 2016.

ECKERT, C.T.; FRIGO, E.P.; ALBRECHT, L.P.; CHRIST, D.; SANTOS, W.G.; BERKEMBROCK, E.; EGEWARTH, V.A. Maize ethanol production in Brazil: Characteristics and perspectives. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.82, p. 3907-3912, 2018.

EDMEADES, G., 2008. Drought tolerance in maize: An emerging reality. A Feature In James, Clive. 2008. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2008, in: Clive James (Ed.), Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops. ISAAA Brief No. 39. ISAAA, Ithaca, NY.

FAO. FAOSTAT: Food and agriculture data. 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acessado 25 de maio de 2022

Fritsche-Neto R.; Môro, G.T. Escolha do cultivar é determinante e deve considerar toda informação disponível. **Revista Visão Agrícola**, v.9, p.12-15, 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/pao-de-acucar/panorama>. Acesso em: 21 de maio de 2022.

KOGO, B.K.; KUMAR, L.; KOECH, R.; LANGAT, P. Modelling Impacts of Climate Change on Maize (*Zea mays* L.) Growth and Productivity: A Review of Models, Outputs and Limitations. **Journal of Geoscience and Environment Protection**, v.7, p.76-95, 2019.

LANDAU, E. C.; CRUZ, R. K. M.; HIRSCH, A.; SOARES, G. R. Dinâmica espaço-temporal da produção municipal de milho no Estado de Minas Gerais entre 1999 e 2010. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 53p.

LANDAU, E. C.; MOURA, L. Evolução da produção de milho (*Zea mays*, Poaceae). Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. 54p.

LÊ, S.; JOSSE, J.; HUSSON, F. FactoMineR: an R package for multivariate analysis. **Journal of Statistical Software**, v. 25, n. 1, p. 1-18, 2008.

LIMA, A.S.; SILVA, F.L.; SOUSA, C.S.; ALVES, J.M.; MESQUITA, F.O.; MESQUITA, E.F.; SANTOS, J.G.R.; SANTOS, E.C.X.R. Growth and Production of *Zea mays* Fertigated with Biofertilizer and Water Blade in Semiarid Regions, Brazil. **Water Air Soil Pollut**, v.231, e.520, 2020.

LIN, Y.; FENG, Z.; WU, W.; YANG, Y.; ZHOU, Y.; XU, C. Potential Impacts of Climate Change and Adaptation on Maize in Northeast China. **Agronomy Journal**, v.109, p.1476-1490, 2017.

LOPES, J. R. F.; DANTAS, M. P.; FERREIRA, F. E. P. Identificação da influência da pluviometria no rendimento do milho no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 13, n. 5, p. 3610, 2019b.

LOPES, J. R. F.; DANTAS, M. P.; FERREIRA, F. E. P. Variabilidade da precipitação pluvial e produtividade do milho no semiárido brasileiro através da análise multivariada. **Nativa**, v. 7, n. 1, p. 77-83, 2019a.

LUNA, I. R. G.; SILVA, M. R.; CARTAXO, P. H. A.; GONZAGA, K. S.; ALVES, A. K. S.; SANTOS, J. P. O.; BULHÕES, L. E. L.; PEREIRA, D. D.; ARAÚJO, J. R. E. S. Variabilidade Pluviométrica e seus Efeitos na Produção de Feijão-Caupi em um Município do Semiárido Paraibano. **Revista Thêma et Scientia**, v. 11, n. 1, p. 255-265, 2021.

MATTOS, L. C.; MAY, P. Duas secas climaticamente análogas no semiárido nordestino com impactos sociais distintos. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 55, p. 28-53, 2020.

MENDES, M. A.; PINTO, J. E. S. S. Ritmo climático e agricultura: Uma abordagem integrada no município de Pão-de-Açúcar-AL. **Scientia Plena**, v. 7, n. 4, p. e 045401, 2011.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. 2019. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 20 de maio 2022.

ROSSATO, L.; ALVALÁ, R. C.; MARENGO, J. A.; ZERI, M.; CUNHA, A. P.; PIRES, L.; BARBOSA, H. A. Impact of soil moisture on crop yields over Brazilian semiarid. **Frontiers in Environmental Science**, v. 5, p. e73, 2017.

SANTOS, J. P. O.; BULHÕES, L. E. L.; CARTAXO, P. H. A.; GONZAGA, K. S.; FREITAS, A. B. T. M.; RIBEIRO, J. K. N.; PEREIRA, M. C. S.; DIAS, M. S.; XAVIER M. A.; DANTAS,

E. A. Interannual variability of productive aspects of bean culture in a municipality in the Semi-arid region of Alagoas, Brazil. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 1, p. 26-32, 2021.

SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção Agrícola Municipal**. 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 20 de maio de 2022.

SILVA, M. R.; LUNA, I. R. G.; SANTOS, J. P. O; PEREIRA, D. D.; NASCIMENTO, I. R. S.; SILVA, D. A. M.; CARTAXO, P. H. A.; LUNA NETO, E. V.; ALVES, A. K. S.; ARAÚJO, J. R. E. S. Variabilidade Pluviométrica e a Produção de Milho no Curimataú Ocidental da Paraíba. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 247-259, 2021.

SUGANYA, A.; SARAVANAN, A.; MARIVANNAN, N. Role of Zinc Nutrition for Increasing Zinc Availability, Uptake, Yield, and Quality of Maize (*Zea Mays* L.) Grains: An Overview. **Communications in soil science and plant analysis**, v.51, n.15, p.2001-2021, 2020.

TANDZI, N. L.; MUTENGWA, C.S. Estimation of Maize (*Zea mays* L.) Yield Per Harvest Area: Appropriate Methods. *Agronomy* v.10, n.29, 2020.

TANKLEVSKA, N.; PETRENKO, V.; KARNAUSHENKO, A.; MELNYKOVA, K. World corn market: analysis, trends and prospects of its deep processing. **Agricultural and Resource Economics**, v. 6, n. 3, p. 96-111, 2020.

TESFAYE, K.; KRUSEMAN, G.; CAIRNS, J.E.; ZAMAN-ALLAH, M.; WEGARY, D.; ZAIDI, P.H.; BOOTE, K.J.; RAHUT, D.; ERENSTEIN, O. Potential benefits of drought and heat tolerance for adapting maize to climate change in tropical environments. **Climate Risk Management**, v.18, p. 106-119, 2018.