UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS–GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

LEVI GONÇALVES MOREIRA

OCORRÊNCIAS DE VERANICOS E SEUS EFEITOS SOBRE O CULTIVO DO CONSORCIO FEIJAO CAUPI - CAPIM (Panicum Maximum) SOB DOSAGENS DE ESTERCO BOVINO

FORTALEZA
2018

LEVI GONÇALVES MOREIRA

OCORRÊNCIAS DE VERANICOS E SEUS EFEITOS SOBRE O CULTIVO DO CONSORCIO FEIJAO CAUPI - CAPIM (Panicum Maximum) SOB DOSAGENS DE ESTERCO BOVINO

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Engenharia Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Manejo de Irrigação.

Orientador: Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana.
Coorientador: Prof. Dr. Geocleber Gomes de Sousa.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M837o Moreira, Leví Gonçalves.
Ocorrências de veranicos e seus efeitos sobre o cultivo do consorcio feijao caupi - capim (Panicum maximum) sob dosagens de esterco bovino / Leví Gonçalves Moreira. – 2018.
107 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2018.
Orientação: Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana.
Coorientação: Prof. Dr. Geocleber Gomes de Sousa.

1. El Niño. 2. Semiárido. 3. Estresse hídrico. 4. Adubação orgânica. 5. Sistema consorciado gramínea–leguminosa. I. Título.

CDD 630

LEVI GONÇALVES MOREIRA

OCORRÊNCIAS DE VERANICOS E SEUS EFEITOS SOBRE O CULTIVO DO CONSORCIO FEIJAO CAUPI - CAPIM (Panicum Maximum) SOB DOSAGENS DE ESTERCO BOVINO

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Engenharia Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Manejo de Irrigação.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

_____

Prof. Dr. Geocleber Gomes de Sousa (Coorientador)
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro–Brasileira (UNILAB)

_____

Prof. Dr. Alexandre Reuber Almeida da Silva (Examinadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Iguatu (IFCE)

_____

Prof. Dr. Carlos Newdmar Vieira Fernandes (Examinadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Iguatu (IFCE)

_____

Prof. Dr. Mário de Oliveira Rebouças Neto (Examinadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Ubajara (IFCE)

A Deus.

Aos meus pais, Estêvão de Assis Moreira e Orença Gonçalves Moreira (In memoriam), à minha esposa Lilia Delana Teixeira Henderson e à minha filha Ana Rute Gonçalves Moreira

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, à Deus por sua infinita bondade.

À Universidade Federal do Ceará, por acolher–me desde a minha graduação, sendo a minha segunda casa, contribuindo largamente para minha evolução como estudante e profissional.

Ao Professor Thales, salientando competência, compromisso, disponibilidade e a valorosa orientação.

Ao Sr. José Flávio Cavalcante Barros e a Sra. Francisca Aglair Teófilo Alexandre, pela cessão do espaço para a realização do experimento, pela nova amizade descoberta durante a realização desse trabalho, as trocas de experiências, onde a sabedoria do homem do campo trouxe à cientificidade necessária a construção desse trabalho.

À ADAGRI – Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Ceará, que acolheu esse sonho, como se pertencesse a ela.

À FUNCEME – Fundação de Meteorologia do Estado do Ceará, pelos dados pluviométricos gentilmente cedidos.

Ao Diretor da Adagri, Tito Carneiro, pelo apoio e pela colaboração, viabilizando à realização desse sonho.

Ao ex–Diretor da Adagri, João Batista Salmito, pelo incentivo e pela presteza alicerçando o inicio deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Geocleber Gomes de Sousa, pela coorientação e pelos ensinamentos transmitidos.

Aos membros da banca examinadora: Prof. Dr. Mário de Oliveira Rebouças Neto, Prof. Dr. Alexandre Reuber Almeida da Silva e Prof. Dr. Carlos Newdmar Vieira Fernandes, pelo convite aceito e por serem exemplos de profissionais à seguirmos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico–CNPq, pela disponibilização dos recursos, através de edital Universal, para a realização desta pesquisa.

Aos profissionais da Funceme, Marcelo Rodrigues e Robson Franklin, pela colaboração na extração, elaboração e processamento dos dados pluviométricos.

À todos os colegas do curso de doutorado pela amizade e por todos os momentos compartilhados com sabedoria.

Finalmente, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização e êxito deste trabalho.

“Senhor, eu pedi para o sol se esconder um tiquinho
Pedi pra chover, mas chover de mansinho
Pra ver se nascia uma planta no chão”

Waldeck Artur de Macedo
Compositor

RESUMO

No Ceará o semiárido abrange 86,8% da sua área, sendo o segundo Estado do Nordeste em população inserida neste, com mais de 4,5 milhões de habitantes. Grande parte da população que vive nessa área está diretamente vinculada às atividades agrícolas e busca seu sustento sobre a base de recursos naturais existentes, em suas propriedades ou no entorno destas. Por isso, o entendimento da estação chuvosa e dos veranicos ocorrentes e sua influência nos sistemas de cultivo utilizados pelas comunidades rurais do semiárido cearense, como o consórcio feijão de corda com capim Panicum maximum, são pré–requisitos para fundamentar a escolha das melhores épocas e técnicas de plantio em regime de sequeiro. Para isso, realizaram–se dois trabalhos experimentais. O primeiro teve como objetivo principal quantificar o número de ocorrências de veranicos de 12, 16 e 20 dias, na série histórica de 1974 a 2017, no Estado do Ceará, na região do sertão Central e no município de Quixadá, em cada mês da estação chuvosa. Além disso, realizaram–se análises da ocorrência dos veranicos, no município de Quixadá, com relação aos eventos de El Niño e La Niña. Adotou–se como critério para a definição de veranico, o mesmo adotado pela Funceme, ou seja, uma sequência de dias sem lâmina precipitada igual ou maior que 2 mm dia–1. Para se quantificar a duração e o número de veranicos, os dados pluviométricos da série histórica foram processados pelo frame PyFuncemeClimateTools, desenvolvido pela Funceme. O maior número de veranicos no estado do Ceará com duração igual ou superior a 12, 16 e 20 dias ocorreu no mês de maio com 16, 11 e 7 eventos, respectivamente, o que relativamente representou 57%, 73% e 77% dos eventos ocorridos durante os meses da estação chuvosa. Nos anos com La Niña, foram raros os veranicos com doze ou mais dias durante o mês de março em Quixadá. Estes não ocorreram durante o mês de abril. Não ocorreram boas correlações entre o número de eventos mensais, sob condições de El Niño ou de La Niña, e as anomalias de TSM, mostrando que estas não se constituem em um fator adequado para a estimativa do número de veranicos. No segundo estudo, o objetivo principal foi verificar os efeitos de veranicos e de dosagens de esterco bovino sobre as produtividades do consórcio feijão de corda com capim Panicum maximum, em condições semiáridas. A pesquisa foi realizada na fazenda Bom Jardim, no município de Quixadá–CE, no período de maio a julho de 2016. O experimento foi composto por quatro diferentes intensidades de veranicos (0, 12, 16 e 20 dias; simulados por meio da supressão da irrigação) e por quatro doses de esterco bovino (0, 15, 30 e 45 t ha–1), com quatro repetições, perfazendo um total de 64 unidades experimentais. O delineamento experimental foi em parcelas subdivididas. Cada unidade experimental foi composta de 8 e 16

covas de capim e de feijão, respectivamente, mas apenas as centrais, 4 e 8 covas, foram consideradas úteis. As variáveis analisadas foram: número de vagens por planta de feijão, comprimento de vagens, número de sementes por vagem, massa de cem sementes e massas fresca e seca da parte aérea do feijão e do capim. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando significativos aos níveis de 1 ou 5% foi realizado o teste de Tukey (dados qualitativos, referentes aos veranicos) e análise de regressão (dados quantitativos, referentes as dosagens de esterco). As plantas de feijoeiro desenvolveram estratégias de sobrevivência, após o fim dos veranicos, reduzindo o número de vagens para possibilitarem um maior número de sementes por vagem. A aplicação de doses mais elevadas de esterco mitigou o efeito do estresse hídrico provocado pelos veranicos na maioria das variáveis analisadas.

Palavras–chave: El Niño. Semiárido. Adubação orgânica. Integração lavoura–pecuária.

ABSTRACT

The semi-arid region covers 86.8% of the State of Ceará, which has the second-largest population in the Northeast of Brazil, with more than 4.5 million inhabitants. A large part of the population in this area is directly linked to agricultural activities and seeks their livelihood on the basis of existing natural resources on or around their own property. For this reason, an understanding of the rainy season and occurring dry spells, and of their influence on the cropping systems used by the rural communities in the semi-arid region of Ceará, such as intercropping Panicum maximum with string beans, is essential for choosing the best planting times and techniques under a rainfed regime. Two experimental studies were therefore carried out. The main objective of the first study was to quantify the occurrence of dry spells of 12, 16 and 20 days in a historical series from 1974 to 2017 in the State of Ceará, in the region of the Central Sertão and in the district of Quixadá, for each month of the rainy season. In addition, an analysis of dry-spell occurrence was carried out in the district of Quixadá, in relation to El Niño and La Niña events. The definition of dry spell was the same as that adopted by Funceme, i.e. a sequence of days when the rainfall depth did not equal or exceed 2 mm day-1. In order to quantify the duration and number of dry spells, rainfall data from the historical series were processed using the PyFuncemeClimateTools framework developed by Funceme. The greatest number of dry spells in the State of Ceará, with a duration of 12, 16 or 20 or more days, occurred in May with 16, 11 and 7 events respectively, representing 57%, 73% and 77% of the events which occurred during the months of the rainy season. During La Niña years, dry spells of 12 or more days were rare in March in Quixadá. Such events did not occur during April. There were no good correlations between the number of monthly events under El Niño or La Niña conditions and SST anomalies, showing that these are not suitable factors for estimating the number of dry spells. In the second study, the principal aim was to verify the effects of dry spells and doses of cattle manure on the productivity of an intercrop of string beans and Panicum maximum grass under semi-arid conditions. The research was carried out on the Bom Jardim farm in the district of Quixadá, Ceará, from May to July 2016. The experiment consisted of four different dry-spell intensities (0, 12, 16 and 20 days, simulated by suppressing the irrigation) and four doses of cattle manure (0, 15, 30 and 45 t ha-1) with four replications, giving a total of 64 experimental units. The experimental design was of subdivided plots. Each experimental unit comprised 8 and 16 planting pits for the grass and beans respectively, with only the central 4 and 8 pits considered as the working area. The variables to be analysed were the number of pods per bean plant, pod length, number of seeds

per pod, 100-seed weight, and fresh and dry weight of the bean and grass shoots. The data were submitted to analysis of variance by F-test, and when significant at a level of 1% or 5%, to Tukey's test (qualitative data, relative to the dry spells) and regression analysis (quantitative data relative to the doses of manure) were carried out. The bean plants developed survival strategies by the end of the dry spells, reducing the number of pods to allow a greater number of seeds per pod. The application of higher doses of manure reduced the effect of the water stress caused by the dry spells in most of the variables under analysis.

Keywords: El Niño Semi-arid region. Organic fertilisation. Crop-livestock integration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tipos climáticos do estado do Ceará 20

Figura 2 – Mapa pluviométrico do estado do Ceará 21

Figura 3 – Mapa do semiárido brasileiro 34

Figura 4 – Postos pluviométricos analisados no estado do Ceará 38

Figura 5 – Postos pluviométricos analisados na região do Sertão Central 39

Figura 6 – Postos pluviométricos analisados no município de Quixadá–CE 39

Figura 7 – Região de coleta de dados de TSM no Oceano Pacifico 41

Figura 8 – Anomalias de TSM no Oceano Pacifico em fevereiro de 2009 (a) e de 2016 (b) 41

Figura 9 – Relação entre o número de eventos de veranicos no mês de fevereiro, em Quixadá, e as anomalias de TSM no oceano Pacifico, sob condições de La Niña (a) e El Niño (b) 56

Figura 10 – Relação entre o número de eventos de veranicos no mês de março, em Quixadá, e as anomalias de TSM no oceano Pacifico, sob condições de La Niña (a) e El Niño (b) 57

Figura 11 – Relação entre o número de eventos de veranicos no mês de abril, em Quixadá, e as anomalias de TSM no oceano Pacifico, sob condições de La Niña (a) e El Niño (b) 58

Figura 12 – Relação entre o número de eventos de veranicos no mês de maio, em Quixadá, e as anomalias de TSM no oceano Pacifico, sob condições de La Niña (a) e El Niño (b) 58

Figura 13 – Visão geral da área experimental a montante da barragem subterrânea. Quixadá, Ceará, 2016 66

Figura 14 – Fase inicial do cultivo consorciado feijão com capim *Panicum maximum*. Quixadá, Ceará, 2016 66

Figura 15 – Cultivo consorciado feijão com capim Panicum maximum, durante a fase de maturação. Quixadá, Ceará, 2016 67

Figura 16 – Aplicação das doses de esterco bovino no plantio consorciado de capim e feijão na área experimental. Quixadá, Ceará, 2016 69

Figura 17 – Ponto de maturação das vagens do feijão e desenvolvimento do capim, aos 65 dias após o plantio. Quixadá, Ceará, 2016 70

Figura 18 – Coleta de plantas para quantificação de número de vagens por planta de feijão, comprimento de vagens, número de sementes por vagem e massa de cem sementes. Quixadá, Ceará, 2016 71

Figura 19 – Coleta de amostras para medição das massas fresca e seca do feijão e do capim. Quixadá, Ceará, 2016 72

Figura 20 – Número de vagens por planta em função da duração do veranicos. Quixadá, Ceará, 2016 74

Figura 21 – Superfície de resposta do comprimento das vagens, obtida em função da duração do veranico e diferentes doses de adubação. Quixadá, Ceará, 2016 75

Figura 22 – Superfície de resposta do número de sementes por vagem, obtida em função do período de veranico e diferentes doses de adubação. Quixadá, Ceará, 2016 76

Figura 23 – Superfície de resposta da massa de 100 sementes, obtidos em função do período de veranicos e diferentes doses de adubação. Quixadá, Ceará, 2016..... 77

Figura 24 – Massa da matéria fresca do feijão em função dos períodos de veranicos. Quixadá, Ceará, 2016 80

Figura 25 – Massa da matéria fresca do feijão em função das doses de adubo. Quixadá, Ceará, 2016 81

Figura 26 – Superfície de resposta da massa da matéria seca do feijão obtidos em função do período de veranicos e diferentes doses de adubação. Quixadá, Ceará, 2016 82

Figura 27 – Matéria fresca do capim em função dos períodos de veranicos. Quixadá, Ceará, 2016 83

Figura 28 – Matéria fresca do capim em função das diferentes doses de adubo. Quixadá, Ceará, 2016 83

Figura 29 – Superfície de resposta da matéria seca do capim em função do período de veranicos, para diferentes doses de adubação. Quixadá, Ceará, 2016 84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Anomalias da Temperatura da superfície do mar classificação dos eventos El Niño Oscilação Su l– ENOS 40

Tabela 2 – Número de ocorrências de veranicos de 12, 16 e 20 dias, por mês da estação chuvosa, que abrangeram todo o estado do Ceará, na série histórica analisada (1974 – 2017) 42

Tabela 3 – Número de ocorrências de veranicos de 12, 16 e 20 dias, por mês da estação chuvosa, que abrangeram todo o sertão central do Ceará, na série histórica analisada (1974 44

Tabela 4 – Número de ocorrências de veranicos de 12, 16 e 20 dias, por mês da estação chuvosa, que abrangeram o município de Quixadá, CE na série histórica analisada (1974 – 2017) 46

Tabela 5 – Número de veranicos com 12, 16 e 20 dias de duração no mês de fevereiro no município de Quixadá–CE, anomalias na temperatura do Oceano Pacífico Equatorial região Niño 3.4 (latitude 5ºN–5ºS , longitude 120º–170ºW) e condições de ENOS, na série histórica analisada (1974 – 2017) . 47

Tabela 6 – Número de veranicos com 12, 16 e 20 dias de duração no mês de março no município de Quixadá–CE, anomalias na temperatura do Oceano Pacífico Equatorial região Niño 3.4 (latitude 5ºN–5ºS , longitude 120º–170ºW) e condições de ENOS, na série histórica analisada (1974 – 2017) 49

Tabela 7 – Número de veranicos com 12, 16 e 20 dias de duração no mês de Abril no município de Quixadá–CE, anomalias na temperatura do Oceano Pacífico Equatorial região Niño 3.4 (latitude 5ºN–5ºS, longitude 120º–170ºW) e condições de ENOS, na série histórica analisada (1974 – 2017) 51

Tabela 8 – Número de veranicos com 12, 16 e 20 dias de duração no mês de maio no município de Quixadá–CE, anomalias na temperatura do Oceano Pacífico Equatorial região Niño 3.4 (latitude 5ºN–5ºS , longitude 120º–170ºW) e condições de ENOS, na série histórica analisada (1974 – 2017) 53

Tabela 9 – Resumo da análise de variância para os dados de número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens (CV), número de sementes por 73

vagem (NSV) e massa de cem sementes de feijão (PCS), em função de veranicos e dosagens de esterco. Quixadá, Ceará, 2016 .....

Tabela 10 – Resumo da análise de variância para os dados de matéria fresca do feijão (MFF), matéria seca do feijão (MSF), matéria fresca do capim (MFC), matéria seca do capim (MSC) 78

SUMÁRIO

1 **INTRODUÇÃO GERAL** 17

2 **REVIÃO DE LITERATURA** 20

3 **ESTUDO DA DISPOSIÇÃO ESPAÇO TEMPORAL DOS VERANICOS NO CEARÁ, COM ÊNFASE NO MUNICÍPIO DE QUIXADÁ NOS PERÍODOS SOB ENOS** 29

3.1 **Introdução** 33

3.2 **Metodologia** 37

3.2.1 ***Caracterização dos veranicos*** 37

3.2.2 ***Caracterização da estação chuvosa*** 37

3.2.3 ***Série histórica utilizada e postos pluviométricos analisados*** 37

3.2.4 ***Processamentos e análises dos dados*** 40

3.3 **Resultados e discussão** 42

3.3.1 ***Número de ocorrências de veranicos que abrangeram todo o estado do Ceará*** 42

3.3.2 ***Número de ocorrências de veranicos que abrangeram todo o Sertão Centra..*** 44

3.3.3 ***Número de ocorrências de veranicos que abrangeram todo o munícipio de Quixadá, Ceará*** 46

3.4 **Considerações finais** 59

4 **O CULTIVO CONSORCIADO FEIJÃO DE CORDA COM CAPIM PANICUM MAXIMUM SOB SIMULAÇÕES DE VERANICOS E DOSAGENS DE ESTERCO BOVINO NO SEMIÁRIDO** 60

4.1 **Introdução** 63

4.2 **Metodologia** 65

4.2.1 ***Caracterização da área experimental*** 65

4.2.2 ***Condução do cultivo*** 66

4.2.3 ***Delineamento experimental*** 67

4.2.4 ***Simulação dos veranicos*** 68

4.2.5 ***Aplicação do esterco bovino*** 69

4.2.6 ***Variáveis analisadas*** 69

4.2.7 ***Análises estatísticas*** 72

4.3 **Resultados e discussão** 73
4.4 **Considerações finais** 85
5 **CONCLUSÃO GERAL** 86
REFERÊNCIAS 87
APÊNDICE A – NÚMERO DE OCORRÊNCIAS MENSAIS DE VERANICOS ABRANGENDO TODO O ESTADO DO CEARÁ (1974 – 2017) 93
APÊNDICE B – NÚMERO DE OCORRÊNCIAS MENSAIS DE VERANICOS ABRANGENDO TODO O SERTÃO CENTRAL DO CEARÁ (1974–2017) 98
APÊNDICE C – INSTALAÇÃO DOS PIQUETES ROTACIONADOS (ÁREA CENTRAL) NA ÁREA MODELO, NA FAZENDA BOM JARDIM, QUIXADÁ–CE, ... 103
APÊNDICE D – INSTALAÇÃO DOS PIQUETES ROTACIONADOS (ÁREA LATERAL ESQUERDA) NA ÁREA MODELO, NA FAZENDA BOM JARDIM, QUIXADÁ–CE, 2016 104
APÊNDICE E – CABRAS PASTANDO NO PIQUETE 01, NA ÁREA MODELO, NA FAZENDA BOM JARDIM, QUIXADÁ–CE, 2016, CULTIVADA COM O CONSÓRCIO FEIJÃO CAUPI – CAPIM ***Panicum maximum*** **INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS** 105
APÊNDICE F – CABRAS PASTANDO NO PIQUETE 02, NA ÁREA MODELO, NA FAZENDA BOM JARDIM, QUIXADÁ–CE, 2016, CULTIVADA COM O CONSÓRCIO FEIJÃO CAUPI – CAPIM ***Panicum maximum*** 106
APÊNDICE G – CABRAS DESLOCANDO–SE ENTRE OS PIQUETES, CULTIVADOS COM O CONSÓRCIO FEIJÃO CAUPI – CAPIM ***Panicum maximum*****. QUIXADÁ,CEARÁ, 2016** 107

1 INTRODUÇÃO GERAL

Na Região Nordeste do Brasil, está inserida a maior parte do Semiárido brasileiro, sendo considerada a região semiárida mais densamente populosa do mundo, gerando uma grande pressão antrópica sobre os recursos naturais. O regime pluviométrico no semiárido nordestino é caracterizado pela ocorrência de secas estacionais e periódicas, com precipitação média anual máxima de 800 mm e evaporação média de 2.000 mm ano–1.

Mesmo durante a estação chuvosa, comumente se tem forte insolação, temperaturas relativamente altas e regime de chuvas irregular, com concentração das precipitações em um curto período, em média, de três a quatro meses, e com ocorrência frequente de veranicos. Isto faz com que, normalmente, ocorram volumes de água insuficientes em seus mananciais para as necessidades agrícolas de acordo com estudo de Marengo 2006 o semiárido brasileiro sempre foi acometido por grandes secas ou grandes enchentes. Esses eventos têm implicações diretas sobre a produção agropecuária, sendo os principais responsáveis pelo sucesso ou não dessa importante atividade econômica da região.

No Ceará, o Semiárido abrange 86,8% da área do estado, é o segundo do Nordeste em população inserida neste, com mais de 4,5 milhões de habitantes. Grande parte da população que vive nessa área está diretamente vinculada às atividades agrícolas e busca seu sustento sobre a base de recursos naturais existentes em suas propriedades ou no entorno destas.

Nessa área, a agricultura de sequeiro representa uma parcela significativa da atividade econômica e está, constantemente, sujeita a escassez de chuvas e a má distribuição destas (com ocorrência de veranicos), ocorrendo anualmente grandes desequilíbrios na produção agrícola local.

Normalmente, as secas ocorridas podem ser associadas às crises de produção agrícola e de suprimento de água e de alimentos para a população e os rebanhos. A estes períodos de seca, também, se relacionam os êxodos humanos que normalmente ocorrem na região (SILVA, 2010).

A condição de baixa disponibilidade hídrica nesta região poderá se agravar caso se confirmem os cenários globais das alterações climáticas, indicados no Relatório sobre Mudanças Climáticas do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Especificamente, no caso do Brasil, os impactos mais severos seriam no semiárido com o aumento do déficit hídrico, maior ocorrência de veranicos e estes poderão ser de duração mais longa.

As áreas agrícolas são exploradas com uma diversidade de sistemas de cultivo de forma intensiva e com práticas de manejo inadequadas ao regime climático, sendo um fator determinante do baixo rendimento das culturas exploradas, o que leva a população a uma pressão constante sobre os recursos naturais, acelerando o processo de degradação. Uma das práticas de cultivos mais utilizadas na agricultura de sequeiro é o cultivo de culturas consorciadas, formado principalmente por gramíneas e leguminosas e, após a colheita dos seus produtos, a palha que fica no campo são utilizados na alimentação dos rebanhos bovinos, ovinos e caprinos.

Por isso, trabalhos com estudo climatológico como base para fundamentar estratégias de redução dos impactos das atividades agrícolas no sequeiro, dentro das microbacias hidrográficas, poderão contribuir para minimizar essa desorganização social, provocada pela insegurança pluviométrica e consequentemente alimentar, bem como, restabelecer um maior equilíbrio entre as relações dos diversos componentes desse ambiente.

O entendimento da estação chuvosa e dos veranicos ocorrentes e sua influência nos sistemas de cultivos utilizados pelas comunidades rurais do Semiárido cearense, como consórcio feijão capim, são pré–requisitos para fundamentar a escolha das melhores épocas e técnicas de plantio em regime de sequeiro.

Também é fundamental o entendimento de como a duração dos veranicos influenciam nas variáveis do cultivo consorciado em estudo. Além disso, a utilização de dosagens de esterco bovino sobre o solo no cultivo do consórcio poderá reduzir os efeitos dos veranicos, pois possibilita além da fertilização, uma redução na evaporação da água existente no solo.

Com base nessas premissas formulou–se a hipótese desta pesquisa e os objetivos que permitem o seu teste, conforme exposto em sequência.

Hipóteses e Objetivos

Hipóteses

1. A ocorrência de veranicos é diferenciada ao longo do período chuvoso;
2. Em anos com El Niño há uma elevação no número de veranicos;
3. A produtividade de forragem do consórcio feijão caupi cultivar Marataoã, capim (Panicum maximum) cultivar BRS Zuri decresce com a duração do veranico;

4. Doses de esterco bovino podem mitigar os efeitos do estresse hídrico provocado pelos veranicos, no cultivo consorciado feijão caupi cultivar Marataoã, capim (Panicum maximum)cultivar BRS Zuri.

Objetivos

Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é quantificar a ocorrência de veranicos de 12, 16 e 20 dias, no município de Quixadá, e analisar os seus efeitos sobre o cultivo consorciado feijão caupi cultivar Marataoã, capim (Panicum maximum)cultivar BRS Zuri associado a dosagens de esterco bovino.

Objetivos específicos

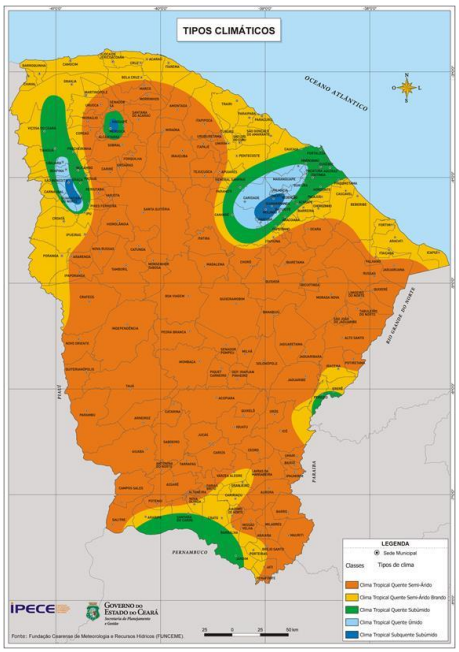
1. Quantificar os veranicos no estado do Ceará e na região climaticamente homogênea do Sertão Central, no período de fevereiro a maio, na série histórica de 1974 a 2017;
2. Quantificar os veranicos e a sua distribuição mensal no município de Quixadá, no período de fevereiro a maio, sob condições de El Niño e La Niña;
3. Avaliar os efeitos dos veranicos no cultivo consorciado de feijão caupi cultivar Marataoã, capim (Panicum maximum)cultivar BRS Zuri nos resultados dos crescimentos das culturas;
4. Avaliar os efeitos da fertilização com esterco bovino, na mitigação dos estresses hídricos provocados pelos os veranicos no cultivo consorciado de feijão caupi cultivar Marataoã, capim (Panicum maximum)cultivar BRS Zuri quanto aos aspectos produtivos das culturas consorciadas;
5. Identificar os manejos sustentáveis com enfoque sócioeconômico e ambiental para a comunidade local.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Climatologia pluviométrica do Ceará

O suprimento hídrico do Ceará é dependente da precipitação pluviométrica e, em consequência, suas variações espaciais e temporais provocam prejuízos econômicos e sociais ao estado. O clima predominante no estado é do tipo BSw'h', conforme a classificação de Köppen, ou seja, semiárido com ocorrência de pequenos períodos de chuvas sazonais, com elevada perda de água por evaporação e grande irregularidade na distribuição espacial e temporal da precipitação (CASTRO, 2011), Figura 1.

Figura 1 – Tipos climáticos do estado do Ceará

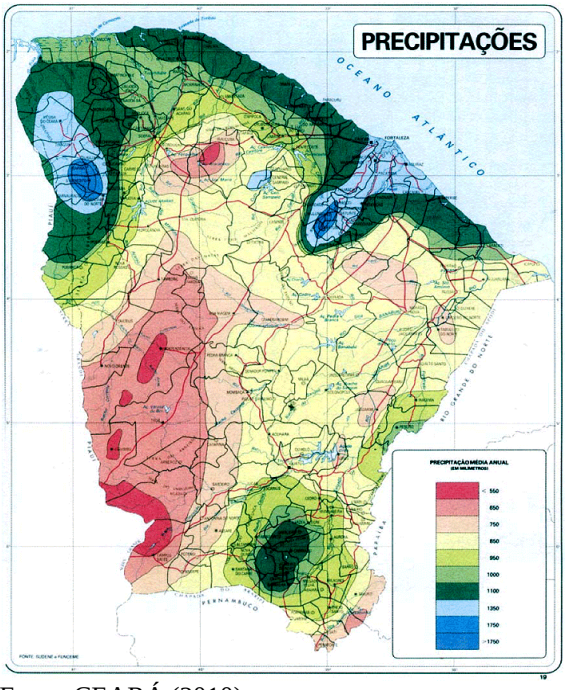


Fonte: IPLANCE (2016).

A evolução da ocorrência das chuvas no Ceará, inicia–se com chuvas centradas sobre sua região centro–sul e sul, no período da pré–estação (dezembro e janeiro). Isso ocorre devido à instabilidade atmosférica gerada pela presença de frentes frias, localizadas no setor centro–sul da região nordeste do Brasil, que favorecem a formação da atividade convectiva no sul do Estado. Entretanto, nas demais áreas do estado, eventualmente, pode haver chuvas abundantes, uma vez que sob atuação dos Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS), que acabam por induzir a formação de nuvens até nas áreas mais áridas do Estado (CASTRO, 2011).

À medida que se distancia do litoral, onde as chuvas são superiores a 1.000 mm, e se vai adentrando para o interior da região, nos limites do semiárido, as precipitações diminuem e alcançam valores médios inferiores a 500 mm anuais (SILVA, 2010). Conforme pode–se visualizar na Figura 2.

Figura 2 – Mapa pluviométrico do estado do Ceará



Fonte: CEARÁ (2010).

A zona de convergência intertropical (ZCIT), que é o principal sistema causador de chuvas sobre o Estado, quando presente, causa precipitações abundantes no período de fevereiro a maio, período que define a estação chuvosa. Outros sistemas, porém secundários, ocorrentes durante a estação são as linhas de instabilidade (LI) e os complexos convectivos de mesoescala. Na pós–estação chuvosa (junho a agosto) podem ocorrer a presença dos sistemas secundários Ondas de leste e a formação da brisa terrestre (FUNCEME, 2017).

Entretanto, durante a estação chuvosa, a presença ou não da ZCIT está associada a variações dos padrões de temperatura da superfície do mar (TSM) nos oceanos Atlântico e Pacífico, provocando o seu deslocamento entre o continente e o oceano Atlântico; isso influencia na ocorrência das precipitações, tendendo a serem abundantes quanto o Atlântico Sul tropical está mais aquecido ou escassas quanto o Atlântico Norte tropical está mais aquecido (MARENGO, 2006).

Um dos maiores problemas da agricultura da região é a soma da irregularidade pluviométrica com a ocorrência de elevadas taxas de temperaturas, levando a altas taxas de deficiência hídrica. A ocorrência de veranicos e a própria variabilidade interanual da precipitação são, em muitos casos, decorrentes de fenômenos meteorológicos de grande escala, como o El Niño ou de um dipolo do Atlântico desfavorável (FERREIRA; MELO, 2005). A ocorrência de baixas pluviosidades ou chuvas mal distribuídas acarretam decréscimos, ou até, perdas completas da produção agrícola. A atual economia da região semiárida é particularmente vulnerável à esse fenômeno das secas (COUTINHO et al., 2013).

O valor anual da precipitação nem sempre guarda correspondência com a qualidade da estação chuvosa para o sucesso da atividade agropecuária, vez que podem ocorrer períodos prolongados de estiagem, conhecidos como veranicos longos, que se intercalam com episódios de chuvas mais intensas, ocasionando a conhecida “seca verde”, que também afetam negativamente a produção agrícola e a disponibilidade de forragem para os animais (MENEZES et al., 2010).

Portanto, o problema da irregularidade pluviométrica no Ceará resulta não só da variação dos totais pluviométricos, mas, principalmente, no intervalo entre as precipitações (SILVA et al., 2009). Entretanto, existem regiões que apresentam irregularidade climática em todo planeta, mas nem por esse motivo deixam de ser importantes polos agrícolas e produtivospara seu país. O deserto norte–americano abriga estados economicamente fortes, alguns delescomo a Califórnia, com significativa participação da agricultura na geração de riquezas.Exemplos de sucessos ocorrem também na Espanha e na Austrália, dentre outros. O que deve–se fazer é aprender a conviver neste ambiente e não tentar modificá–lo demasiadamente (COUTINHO et al., 2013).

Os veranicos e a problemática nos cultivos de sequeiro

Em algumas regiões, a estação chuvosa é curta, com duração de aproximadamente quatro meses e mal distribuída espaço–temporalmente. Assim, o que caracteriza a semiaridez desse espaço, além das secas periódicas, não é o total de precipitação anual, mas sim sua distribuição, em geral irregular (SILVA et al., 2009). A ocorrência de sequência de dias secos durante a estação chuvosa (veranicos) podem afetar o desenvolvimento de culturas e, consequentemente, a produtividade final (SOUSA; PERES, 1998).

O veranico indica uma irregularidade temporal da precipitação, que é uma característica bastante comum no regime de chuva cearense, principalmente, em anos cuja

estação chuvosa apresenta precipitação abaixo da média, ou seja, quando a ZCIT se posiciona acima da linha do equador e/ou sobre o Atlântico tropical norte durante a estação chuvosa (ALVES et al., 2017).

A definição de veranicos é bastante variável e depende da metodologia usada em cada estudo. Menezes et al. (2010), em estudo realizado no estado da Paraíba, (Brasil) testando dois limiares para os veranicos como sendo: o número de dias consecutivos sem chuva ou com chuva abaixo de 2 mm dia–1, em um primeiro teste, e sem chuva ou com chuva abaixo de 4 mm dia–1, em uma segunda etapa, verificaram que o limiar de 2 mm foi o mais consistente. De acordo com Fernandes (2014) a definição de veranicos é a interrupção de dias consecutivos secos ou com chuvas abaixo de 2 mm dia–1.

Para Silva e Rao (2002), é a ocorrência de períodos multidiários com pouquíssima ou nenhuma chuva durante a estação chuvosa. Nobilis (1986), descreve o veranico como uma sequência de pelo menos 6 dias secos com um valor–limite de precipitação de 0,2 mm. Usman e Reason (2004), definiram como sendo um pentade (5 dias) com precipitação média diária inferior a 1 mm.

Em razão da necessidade de critérios subjetivos para definir tais valores–limites, a definição de veranico é muito divergente, encontrando–se, na literatura, diversos valores–limites (BARRON et al., 2003; LANA et al., 2008; DENI et al., 2009; LI et al., 2011). Sousa e Peres (1998), acreditaram ser mais coerente denominar como dia seco aquele no qual a precipitação diária é inferior à evapotranspiração média diária da região de estudo.

Após definir o que é veranico chega–se a duração deste geralmente descrita em dias. O processo de duração do veranico encontra–se no intervalo entre dois dias úmidos, este sendo definidos num limiar de umidade em mm dia–1. Como exemplo, Aragão et al. (2015) dividiram os veranicos agrícolas em três tipos: pequeno (de 5 a 10 dias), médio (de 11 a 15 dias) e grande (acima de 15 dias em que a precipitação não atinge a necessidade hídrica da cultura).

Em estudo de veranico no sertão de Pernambuco analisando o banco de dados pluviométrico de 35 postos numa série histórica de 20 anos, (SOARES; NOBREGA 2010), constataram que o número de veranicos por estação chuvosa tende a se relacionar de maneira inversamente proporcional com a duração destes veranicos, ou seja, quanto mais veranicos ocorrerem em um determinado ano, menores eles serão, enquanto que se ocorrerem poucos veranicos em um determinado ano, estes terão longos períodos de duração.

Vários estudos têm sido realizados verificando a relação entre a ocorrência das chuvas e as produções agrícolas, no entanto tem se verificado que a produção agrícola em

regime de sequeiro não só depende do volume precipitado anualmente, mas também da ocorrência dos veranicos. Estudos que analisam a frequência e a intensidade de veranicos são necessários em regiões onde os recursos hídricos são escassos e os ecossistemas apresentam maiores sensibilidades à disponibilidade de água (PERTUSSATTI, 2013). Para um manejo racional da agricultura de sequeiro as informações climáticas são indispensáveis. Os fatores climáticos sempre foram decisivos na produção de sequeiro, principalmente a precipitação pluviométrica, pois nesta atividade agrícola não existe fonte de água disponível como ocorre em áreas irrigadas (COUTINHO et al., 2013).

Em meio a essa irregularidade, pode–se destacar que a ocorrência de veranicos tem impacto considerável na agricultura de sequeiro, especialmente por promover o aumento da condição de aridez local, pois, esses dias sem chuvas normalmente com forte insolação e, consequentemente, altas taxas de evapotranspiração, prejudicam o aproveitamento hídrico das plantas e das culturas, principalmente as de sequeiro, promovendo perdas parcial ou total da produção agrícola (SILVA; RAO, 2002).

A produção de milho e de feijão nas mesorregiões Centro e Oeste do estado da Paraíba é bastante dependente da duração dos veranicos, com reduções severas de produtividade nos anos com veranicos muito prolongados; portanto, a previsão de veranicos para estas é significativa no planejamento e na condução das lavouras dessas culturas. Já as produções de algodão e sisal são mais tolerantes a ocorrência de veranicos (MENEZES et al., 2010).

O déficit hídrico provocado pelos veranicos afeta vários aspectos do crescimento vegetal, sendo que os efeitos mais óbvios do estresse hídrico se referem à redução do tamanho das plantas, de sua área foliar e da produtividade da cultura (FARIAS et al., 2008). A ocorrência de veranicos afeta as culturas devido a redução das taxas evapotranspirativas e, consequentemente, da fotossíntese, afetando a translocação de fotoassimilados para as raízes e comprometendo o crescimento das plantas (SANTOS, 2017).

As respostas das plantas podem diferir entre espécies, cultivares, tecidos analisados, duração e intensidade do estresse (CAMPOS et al., 2004). Segundo Larcher (2006) de um modo geral, as plantas quando submetidas as tensões hídricas reduzem a turgescência e, consequentemente, a expansão celular, o que promove redução no alongamento do caule e foliar.

Por isso, o conhecimento da resposta da planta ao déficit hídrico, e da relação entre o consumo de água e a produtividade são de fundamental importância para o manejo

adequado da cultura, visando à alta produtividade (NASCIMENTO et al., 2004; MENDES et al., 2007; BEZERRA et al., 2008).

A cultura do feijão–caupi

O feijão–caupi é uma das principais culturas da agricultura familiar, principalmente, no ambiente semiárido do Nordeste brasileiro. O seu cultivo é uma atividade de grande importância para o desenvolvimento agrícola da região Nordeste, tanto no aspecto econômico como no nutricional, pois é o alimento básico da alimentação das populações mais pobres, exercendo função social no suprimento das necessidades nutricionais dessa camada da população (ROCHA et al., 2009).

Em virtude da importância da cultura do feijão–caupi, da sua adaptação à climas adversos – como a seca e às temperaturas elevadas – e das suas qualidades nutracêuticas, ampliou–se a área plantada na última década (CASTELLETTI; COSTA, 2013). Na região semiárida, o feijão caupi (Vigna Unguiculata L. Walp) deve ser utilizado em substituição ao feijão–comum (Phaseolus vulgaris L) por se tratar de uma espécie rústica e mais adaptada às condições de clima e de solo dessa região (SANTOS et al., 2016).

Segundo Leite e Virgens Filho (2004), o feijão caupi apresenta boa capacidade de adaptação à seca com recuperação após estiagem, embora esta capacidade varie entre os cultivares e os estádios de desenvolvimento em que os veranicos ocorrem. Santos et al. (2010), em estudo realizado em plantas de feijão caupi, observaram que em uma das variedades estudadas, submetidas a estresse hídrico durante 8 dias antes da prefloração, o número de sementes por vagens não foi afetado.

Já Endres et al. (2010) constataram que o déficit hídrico causou redução no rendimento de grãos, independentemente do estádio fenológico em que este ocorreu, entretanto, os mesmos ressaltam que o estresse hídrico ocorrido na fase reprodutiva teve efeitos mais desastrosos para a planta. Guimarães et al. (2006) relataram que as consequências da deficiência hídrica nas plantas foram tão maiores quanto maiores foram o período de suspensão de fornecimento de água as raízes.

A ocorrência de deficiência hídrica resultou em reduções no massa de 100 sementes do feijão caupi. Em média, essas perdas foram em torno de 37,5% quando o déficit hídrico foi aplicado na fase vegetativa e de 49,0% na fase reprodutiva, mostrando que na fase reprodutiva seus efeitos são mais críticos (MENDES et al., 2007). Sousa et al. (2009) verificaram que a intensificação do estresse hídrico em feijoeiro amplia as reduções nos

componentes de produção, sendo estas mais severas quando ocorrem nas fases de floração e de frutificação. Ramos (2014) estudando a produtividade de grãos verdes do feijão–caupi sob diferentes regimes hídricos, também concluíram que a produção de grãos de feijão caupi reduziu com a diminuição do nível de água no solo.

Além da deficiência hídrica, provocada pela ocorrência de veranicos, as altas temperaturas associadas a períodos vegetativos críticos, como na fase de florescimento, provocam a redução drástica do rendimento de grãos, o aumento da respiração e a redução da fotossíntese (MENDES et al., 2007). Segundo Heinemann et al. (2009), dentre as características climáticas que afetam o desenvolvimento e o crescimento do feijoeiro a temperatura é uma das mais importantes, apesar de ser possível cultiva–lo em regiões com diferenças térmicas entre 10 e 35 ºC.

O capim Panicum maximum

O gênero Panicum foi difundido pelo Colonião, depois pelas cultivares Tobiatã, Aruanã, Tanzânia e Mombaça. Elas se destacam por possuir cultivares produtivas, de ótima qualidade e adaptada ás diferentes regiões e continentes do planeta. Atualmente, novos materiais foram lançados; a cultivar BRS Zuri é uma nova espécie de gramínea cespeitosa que deve ser manejada preferencialmente sob pastejo rotacionados. Ela foi selecionada com base na produtividade, no vigor, na capacidade de suporte e no desempenho animal. Além disso, possui capacidade adaptativa para suportar condições desfavoráveis ao desenvolvimento da planta, quando comparada às outras culturas (EMBRAPA, 2014).

Conduzindo experimento com capim Mombaça no período das águas e da seca, Costa et al. (2001) verificaram que a taxa de crescimento de uma pastagem, além da nutrição, depende da estrutura e da fisiologia dos vegetais que a compõem e da interação desses dois fatores com as condições climáticas reinantes.

Souza (2013) ao trabalhar com as cultivares Mombaça, Tanzânia, Colonião e Sempre Verde, manejadas com frequências de corte correspondente à 28 dias, observou que as cultivares que apresentaram as maiores produções de massa seca total durante os períodos de chuva e seca foram, respectivamente, Colonião e Sempre Verde.

Silva (2017) estudando composição mineral e química da cultivar BRS Zuri submetida a diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação, observou que com o aumento das lâminas de irrigação houve aumento no teor de fibra e redução nos teores de proteína bruta. Porém, a redução da lâmina reduziu o teor de lignina.

Sistemas consorciados

Na agricultura de subsistência, a utilização do consórcio leguminosa–gramínea consiste em uma prática recomendada, pois, as plantas estabelecem uma relação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio no solo, beneficiando a planta consorte. Contudo, as espécies competem por luz, nutrientes, água e outros fatores envolvidos no crescimento e na produção das culturas sendo necessário variar a população total, através do uso de diferentes densidades e espaçamentos de plantio e arranjos populacionais para obtenção do melhor desempenho agronômico (COSTA; SILVA, 2008), e principalmente por radiação solar, que apresenta grande influência na determinação do melhor arranjo para o consórcio (SANTOS, 2016).

O interesse, neste modelo de exploração, apoia–se nos benefícios que podem ser auferidos pelo sinergismo entre pastagens e culturas anuais, como: melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; quebra de ciclo de doenças e redução de insetos pragas e de plantas daninhas; redução de riscos econômicos pela diversidade de atividades; e redução de custo na recuperação e na renovação de pastagens em processo de degradação (VILELA et al., 2011). Além destas, apresenta também como vantagens a menor vulnerabilidade que o monocultivo, pois as espécies podem apresentar tolerâncias diferentes a estresses bióticos e abióticos; a menor vulnerabilidade às flutuações de preços no mercado; o aumento do teor de N no solo por meio da fixação biológica do nitrogênio pela leguminosa, o que pode beneficiar as duas culturas (CHERR et al., 2006).

Santos et al. (2017), analisando a viabilidade do cultivo consorciado de sorgo sacarino e feijão caupi em barragem subterrânea em regiões semiáridas, concluíram que: o cultivo consorciado de sorgo sacarino com o feijão–caupi favoreceu a cultura do sorgo sacarino. Já Silva et al. (2003) constataram que o uso de leguminosas consorciadas com gramíneas pode ser uma estratégia para a fixação biológica de nitrogênio, que incrementa os teores e a disponibilidade desse nutriente no solo aumentando a sustentabilidade agrícola e melhorando a qualidade das forragens.

Fertilização agrícola com esterco bovino

A preocupação com a preservação ambiental tem incentivado a procura por novas tecnologias que representem reduções dos custos de produção e de riscos ao ambiente. Por isso, observa–se o aumento no uso de fertilizantes orgânicos (ARAÚJO et al., 2007).

Conforme Epstein e Bloom (2006), a adição de matéria orgânica ajuda na acumulação de compostos orgânicos osmoticamente compatíveis em condições de estresse, o que auxilia na capacidade de algumas espécies de se ajustarem osmoticamente às condições adversas. Segundo Munns et al. (2006), a acumulação de solutos provocando a diminuição do potencial hídrico da planta, facilitando a absorção de água sob condições de deficiência hídrica.

Nas últimas décadas, uma alternativa econômica e ambiental vem sendo utilizada em substituição parcial ou total dos adubos minerais: a utilização de fontes orgânicas de nutrientes nos cultivos agrícolas (SANTOS et al., 2014). A riqueza nutricional e biológica que os compostos orgânicos conferem ao solo e às plantas auxiliam numa maior atividade nutricional no cultivo de plantas e permiti melhorar as qualidades químicas, físicas e biológicas do solo (SOUSA et al., 2012).

Além dos efeitos promovidos na estruturação física do solo, o esterco bovino forma uma camada de impedimento às perdas elevadas de água por evaporação, o que possibilita às células vegetais permanecerem túrgidas por mais tempo em relação às plantas que não receberam o insumo (CAVALCANTE et al., 2010). O fornecimento de matéria orgânica proporciona uma maior retenção de umidade para as raízes e uma melhor fertilização para o desenvolvimento das plantas (BAALOUSHA et al., 2006; BLANK et al., 2007; DIAS et al., 2015).

A aplicação de adubação orgânica pode proporcionar melhor produtividade nas plantas forrageiras. Youcu et al. (2010) observaram que a produtividade e a qualidade (teor de proteína e de fibra) na massa seca da forragem apresentam ganhos quando tratados com adubação orgânica.

3 ESTUDO DA DISPOSIÇÃO ESPAÇO TEMPORAL DOS VERANICOS NO CEARÁ, COM ÊNFASE NO MUNICÍPIO DE QUIXADÁ NOS PERÍODOS SOB ENOS.

RESUMO

O estado do Ceará possui grande parte do seu território inserido no semiárido, sendo fortemente dependente da precipitação pluviométrica, principalmente para a agricultura familiar, e, por conseguinte, as suas variações provocam graves prejuízos na agricultura do estado. Além da ocorrência de eventuais anos secos e da curta duração da estação chuvosa, a região ainda tem outra adversidade climática no tocante à exploração agrícola que é a ocorrência de períodos multi–diários com pouquíssima ou nenhuma chuva durante a estação chuvosa, conhecidos como veranicos. Estes constituem–se em um sério problema, quando vão além dos dez dias sem chuvas contínuas e atingem, principalmente, os estádios fenológicos de maiores exigências hídricas são floração e de formação e enchimento dos grãos. Em consequência, este trabalho teve como objetivo principal quantificar o número de ocorrências de veranicos de 12, 16 e 20 dias para o estado do Ceará, para a região do sertão central e para o município de Quixadá, por mês da estação chuvosa, utilizando–se a série histórica de 1974 a 2017. Além disso, realizaram–se análises da ocorrência dos veranicos com relação aos eventos ENOS (El Niño Oscilação Sul). Adotou–se como critério para a definição de veranico, o mesmo adotado pela Funceme, ou seja, uma sequência de dias sem lâmina precipitada igual ou maior que 2 mm dia^{-1}. Foram utilizados dados diários da precipitação pluviométrica pertencentes ao acervo da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. No estudo para a quantificação dos veranicos no estado do Ceará utilizou–se dados meteorológicos de 77 postos pluviométricos, na região do sertão central 15 e no município de Quixadá 6. Para se quantificar a duração dos veranicos, os dados pluviométricos da série histórica foram processados pelo frame PyFuncemeClimateTools, desenvolvido pela Funceme, sendo os números de eventos de veranicos com 12, 16 e 20 dias expostos em tabelas, relatados mês a mês. Além disso, o número de eventos de veranicos em Quixadá foram relacionados em função das anomalias na temperatura do Oceano Pacífico Equatorial, região Niño 3.4, e das condições de ENOS. Em seguida, relacionaram–se o numero de eventos nos anos sob anomalias de El niña e La Niña, em conformidade com a intensidade das anomalias. O maior número de veranicos no estado do Ceará com duração igual ou superior a 12, 16 e 20 dias ocorreu no mês de maio com 16, 11 e 7 eventos, respectivamente, o que relativamente representou 57%, 73% e 77% dos eventos ocorridos durante os meses da

estação chuvosa. Nos anos com La Niña, foram raros os veranicos com doze ou mais dias durante o mês de março em Quixadá. E, estes não ocorreram durante o mês de abril. Não ocorreram boas correlações entre o número de eventos mensais, sob condições de El Niño ou de La Niña, e as anomalias de TSM, mostrando que estas não se constituem em um fator adequado para a estimativa do número de veranicos.

Palavras–chave: Semiárido. Estação chuvosa. La Niña. El Niño. Estresse hídrico.

ABSTRACT

A large part of the territory of the State of Ceará is inserted in the semi-arid region, and is heavily dependent on rainfall, especially for family farming; as a consequence, variations in rainfall cause serious losses to agriculture in the state. In addition to the occurrence of occasional dry years and the short duration of the rainy season, the region also faces one other climatic adversity regarding farming, which is the occurrence during the rainy season of multi-day periods with little or no rain, known as dry spells (veranicos). These are a serious problem when lasting longer than ten days with no continuous rainfall, and especially affect the phenological stages of flowering, and grain formation and filling, which have greater water requirements. As a consequence, the main objective of this study was to quantify the occurrence of dry spells of 12, 16 and 20 days for the State of Ceará, for the region of the Central Sertão, and for the district of Quixadá, for each month of the rainy season, using a historical series from 1974 to 2017. In addition, an analysis of dry-spell occurrence was carried out relative to ENSO events (El Niño Southern Oscillation). The definition of dry spell was the same as that adopted by Funceme, i.e. a sequence of days when the rainfall depth did not equal or exceed 2 mm day^{-1}. Daily rainfall data belonging to the collection of the Meteorology and Water Resource Foundation of Ceará (Funceme) were used. To quantify the dry spells in the State of Ceará, meteorological data from 77 weather stations were used in the study, 15 in the region of the Central Sertão and 6 in the district of Quixadá. To quantify the duration of the dry spells, rainfall data from the historical series were processed using the PyFuncemeClimateTools framework developed by Funceme with the number of dry spell events of 12, 16 and 20 days shown in the tables reported monthly. Furthermore, the number of dry-spell events in Quixadá was related to anomalies in the temperature of the Equatorial Pacific Ocean, Niño region 3.4, and to ENSO conditions. The number of events during the years with the El Niño and La Niña anomalies was then related according to the intensity of the anomalies. The highest number of dry spells in the State of Ceará, with a duration of 12, 16 and 20 days, occurred in May, with 16, 11 and 7 events respectively, representing 57%, 73% and 77% of the events which occurred during the months of the rainy season. During La Niña years, dry spells of 12 or more days were rare in March in Quixadá, and such events did not occur during April. There were no good correlations between the number of monthly events under El Niño or La Niña conditions and SST anomalies, showing that these are not a suitable factor for estimating the number of dry spells.

Keywords: Semi-arid region. Rainy season. La Niña. El Niño. Water stress.

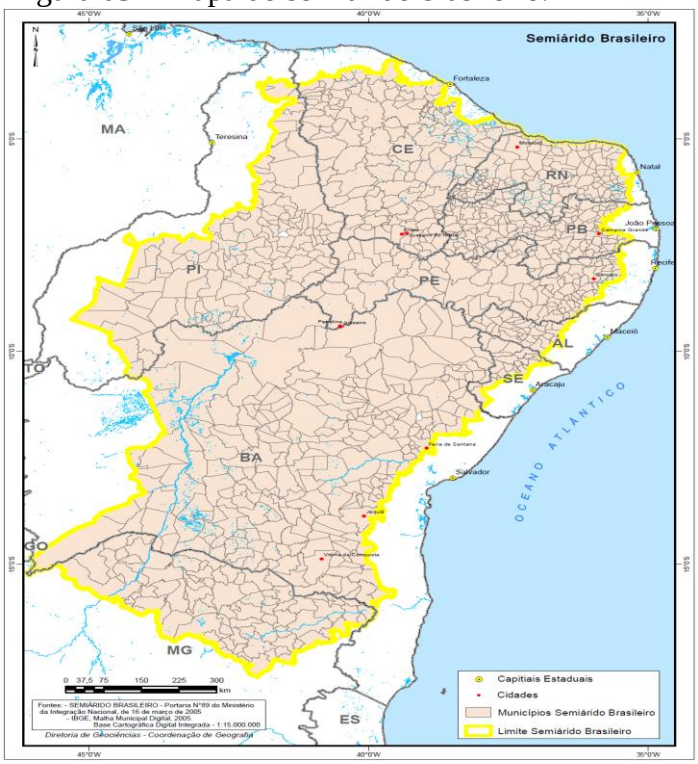
3.1 Introdução

O clima é uma das características mais importantes do semiárido, principalmente devido à ocorrência das secas estacionais e periódicas marcando a paisagem que expressa o regime pluvial através da vegetação natural. Segundo Fernandes (2014), nessa região o clima passa a ter uma importância fundamental na organização do espaço agrícola e, principalmente, na determinação da tipologia do modelo de exploração da unidade produtiva.

Essa adversidade climática se constitui de um grande problema para a produção agrícola no semiárido do Nordeste do Brasil. O estado do Ceará possui grande parte do seu território inserido no semiárido, sendo fortemente dependente da precipitação pluviométrica, principalmente para a agricultura familiar, e, por conseguinte, as suas variações provocam graves prejuízos na agricultura do estado. A agricultura, entre todas as atividades econômicas, é a que apresenta a maior dependência das condições climatológica; e, estas são as principais responsáveis pelas oscilações e frustrações das safras agrícolas.

O Semiárido brasileiro, representado na figura 03, é um dos mais povoados do mundo e, em função das adversidades climáticas, associadas aos outros fatores históricos, geográficos e políticos, que remontam centenas de anos, abriga a parcela mais pobre da população do país. Grande parte da população que vive nessa área está diretamente vinculada a atividades agropastoris e busca seu sustento sobre a base de recursos naturais existentes em suas propriedades ou no entorno destas. Tais atividades são altamente dependentes da chuva e, em razão das adversidades climáticas, com ciclos de secas acentuados, resultam em forte degradação ambiental.

Figura 03 – Mapa do semiárido brasileiro.



Fonte: IBGE (2017).

No semiárido do estado do Ceará, de maneira geral, existem duas estações bem definidas, sendo uma seca e outra chuvosa, com uma precipitação média anual máxima de 800 mm de chuvas, marcada pela escassez, irregularidade, com uma variabilidade interanual que pode exceder a 40% e concentração das precipitações em um curto período, em média, de três a quatro meses. E, o que caracteriza a semiaridez desse espaço, além das secas periódicas, não é o total de precipitação anual, mas sim sua distribuição, em geral irregular (SILVA *et al*., 2009). Ressalta–se que devido as grandes variações observadas nas precipitações pluviométrica anuais sugerem que as médias pluviométricas não constituem um bom índice para indicação da oferta pluviométrica.

A zona de convergência intertropical (ZCIT) é o sistema meteorológico mais importante na determinação das chuvas no Ceará. Ela é uma faixa de nuvens formada pela confluência de ventos alísios do hemisfério norte com ventos alísios do hemisfério sul, fazendo com que o ar quente e úmido ascenda, carregando umidade do oceano para os altos níveis da atmosfera, ocorrendo a formação de nuvens. A ZCIT se posiciona próximo da linha do Equador, geralmente sobre o oceano, por isso, a temperatura da superfície do mar –TSM é um fator determinante da sua posição e intensidade. Nos meses de março–abril, ela se posiciona mais ao sul a aproximadamente 4° S ampliando o volume de chuvas (FUNCEME,

2017). Entretanto, em alguns anos, a presença da ZCIT pode se limitar a apenas alguns dias, principalmente, sob condição de El Niño e de dipolo positivo no Atlântico.

Além da ocorrência de eventuais anos secos e da curta duração da estação chuvosa, a região ainda tem outra adversidade climática no tocante à exploração agrícola que é a ocorrência de períodos multidiários com pouquíssima ou nenhuma chuva durante a estação chuvosa, conhecidos como veranicos. Segundo Assad e Sano (1993), o veranico caracteriza–se como sendo um período de, pelo menos, cinco dias consecutivos em que a precipitação diária ficou abaixo de 2 mm.

Segundo Menezes *et al*. (2010), a ocorrência de veranico é importante no planejamento agrícola e até mesmo mais significativa que a previsão do total de precipitação visto que, em determinado ano pode chover acima da média pela concentração de chuvas durante poucos dias. No geral, veranicos prolongados causam sérios prejuízos à agricultura, sendo um dos principais fatores na quebra das safras agrícolas, principalmente para as culturas temporárias praticadas pela agricultura familiar.

Os aspectos naturais do semiárido brasileiro precisam, portanto, ser considerados e melhor compreendidos, para que seja possível melhorar a convivência do homem com esse ambiente. De um modo geral, pode–se afirmar que conhecer o comportamento da ocorrência de veranicos tem importância significativa não só diretamente para a agropecuária, mas também no âmbito sócio–ambiental–econômico para a região (SOARES; NOBREGA, 2010).

Para Silva e Rao (2002), os veranicos constituem–se em um sério problema, quando vão além dos dez dias sem chuvas contínuas e atingem, os estádios fenológicos de maior exigências hídricas: floração, formação e enchimento dos grãos. Resultados de estudos nesse sentido foram apresentados por (MENEZES *et al*., 2008; SOARES; NÓBREGA, 2010; MENEZES *et al*., 2010), os quais, mostram a importância dessas informações como instrumento de análise e planejamento na melhoria da redução dos riscos na atividade agrícola.

As relações entre os fatores climáticos e a produção agrícola são bastante complexas, pois os fatores ambientais podem afetar o crescimento e o desenvolvimento das plantas sob diferentes formas nas diversas fases do ciclo da cultura. Atualmente, o volume de precipitação pluvial é o elemento meteorológico mais empregado na previsão dos resultados das safras nas culturas de sequeiro. Contudo vale ressaltar que a ocorrência de um grande volume de chuvas durante a estação chuvosa não é garantia que os plantios terão safras bem sucedidas (SANTIAGO *et al*., 2013).

Em consequência, pesquisas que visem estudar os veranicos e suas influências na produção agrícola principalmente em sistema de cultivos locais são de grande importância.

Com base no exposto, este trabalho teve como objetivo principal quantificar o número de ocorrências de veranicos de 12, 16 e 20 dias no estado do Ceará, na região do sertão central e no município de Quixadá, por mês da estação chuvosa, na série histórica de 1974 a 2017. Além disso, realizaram–se análises da ocorrência dos veranicos com relação aos eventos ENOS.

3.2 Metodologia

3.2.1 *Caracterização dos veranicos*

Existem na literatura diversos estudos sobre veranicos para diferentes estados do Brasil, porém o que se pode observar é que a caracterização deste é bastante variável para os diferentes estudos. Entretanto, adotou–se como critério neste estudo, o mesmo adotado pela FUNCEME, ou seja, uma sequência de dias sem lâmina precipitada igual ou maior que 2 mm dia^{-1}.

Na análise de ocorrência de veranicos será observados os veranicos de duração mínima de 12, 16 e 20 dias.

3.2.2 *Caracterização da estação chuvosa*

O critério de seleção dos meses de fevereiro a maio para o início e fim da estação chuvosa fundamentou–se em argumentos apresentados por Repelli e Alves (1996), estudando a variabilidade interanual da estação chuvosa no estado do Ceará, que é o adotado pela Funceme. Os autores concluíram com base na umidade retirada do solo que o dia 05 de fevereiro é o inicio da estação chuvosa e com base no parâmetro de precipitação que o dia 16 de maio constitui o seu final.

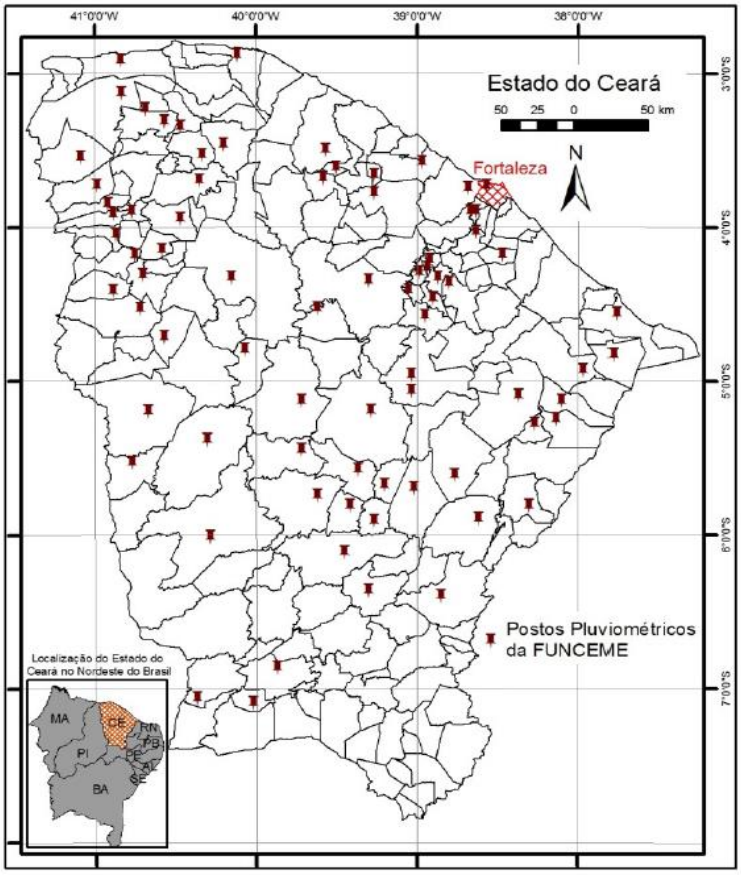
3.2.3 *Série histórica utilizada e postos pluviométricos analisados*

Para a realização deste trabalho foram utilizados dados diários da precipitação pluviométrica pertencentes ao acervo da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos no período de 1974 a 2017, perfazendo uma série histórica de 43 anos. No estudo para a quantificação dos veranicos, com duração de 12, 16 e 20 dias, em todo o estado do Ceará foram utilizados dados de 77 postos pluviométricos, Figura 04. No estudo para a quantificação de veranicos na região do sertão central e no município de Quixadá se utilizaram dados de 15 e 6 postos pluviométricos da FUNCEME, distribuídos e georeferenciados, apresentados nas Figuras 04, 05 e 06, respectivamente.

Na qualificação dos veranicos, utilizou–se como critério a ausência de precipitação maior ou igual a 2 mm dia^{-1} em todos os postos pluviométricos observados. Por exemplo, um veranico de 12 dias correspondeu a pelo menos 12 dias sem precipitação maior

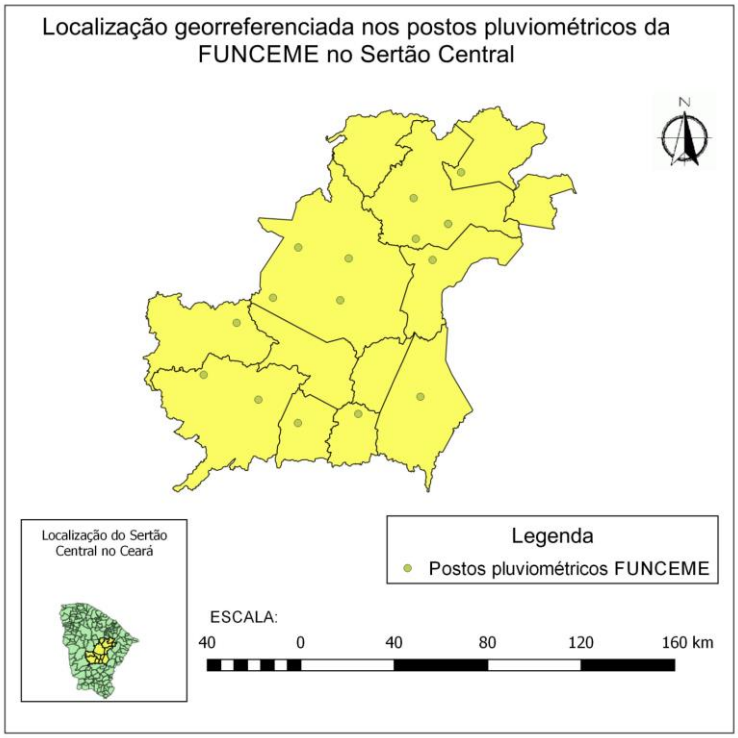
ou igual a 2 mm dia^{-1} nos 77 postos pluviométricos estaduais analisados. Já um veranico em Quixadá de 12 dias, equivaleu a ausência de precipitações diárias maior ou igual a 2 mm nos 6 postos pluviométricos municipais.

Figura 04 – Postos pluviométricos analisados no estado do Ceará.



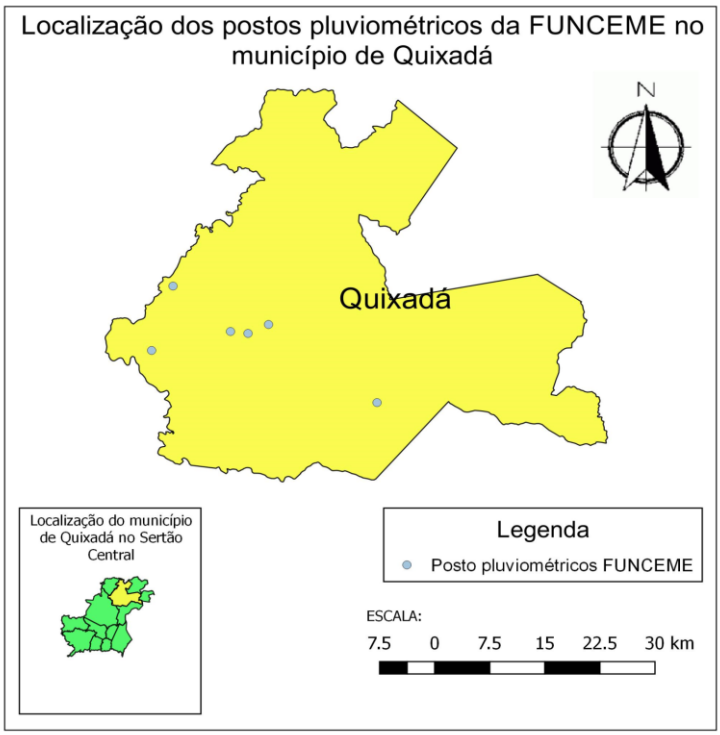
Fonte: Funceme (2017).

Figura 05 – Postos pluviométricos analisados na região do Sertão Central.



Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 06 – Postos pluviométricos analisados no município de Quixadá–CE.



Fonte: elaborada pelo autor.

3.2.4 *Processamentos e análises dos dados*

Para quantificar a duração dos veranicos, os dados pluviométricos da série histórica foram processados pelo frame PyFuncemeClimateTools, desenvolvido pela FUNCEME. O programa é portador de scripts em Python que aplicam a metodologia Thiessen para processar dados pluviométricos.

Após a quantificação, os números de eventos de veranicos foram expostos em tabelas e relatados mês a mês. Além disso, o número de eventos de veranicos em Quixadá foram relacionados em função das anomalias na temperatura do Oceano Pacífico Equatorial, região Niño 3.4, e das condições de ENOS.

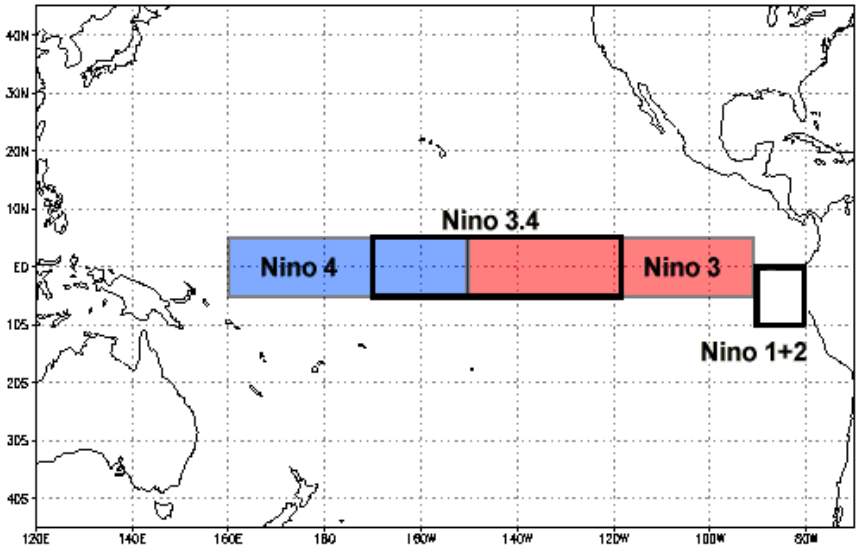
Em seguida, relacionaram–se o número de eventos nos anos sob anomalias de El Niño e La Niña, em conformidade com a intensidade das anomalias. Estes foram classificados conforme anomalias na temperatura do Oceano Pacífico Equatorial, Tabela 01, na região Niño 3.4 (latitude 5ºN–5ºS , longitude 120º–170ºW), Figuras 07 e 08.

Tabela 01 – Anomalias da Temperatura da superfície do mar classificação dos eventos El Niño Oscilação Sul– ENOS.

ANOMALIA (^{O}C)	**EVENTO**	**ANOMALIA (^{O}C)**
	La Niña forte	< – 1,5
–1,5 < =	La Niña moderado	< – 1,0
– 1,0 < =	La Niña fraco	< = – 0,5
– 0,5 <	Neutro	< 0,5
0,5 = <	El Niño fraco	< = 1,0
1,0 <	El Niño moderado	< = 1,5
1,5 <	El Niño forte	

Fonte: INPE (2017)

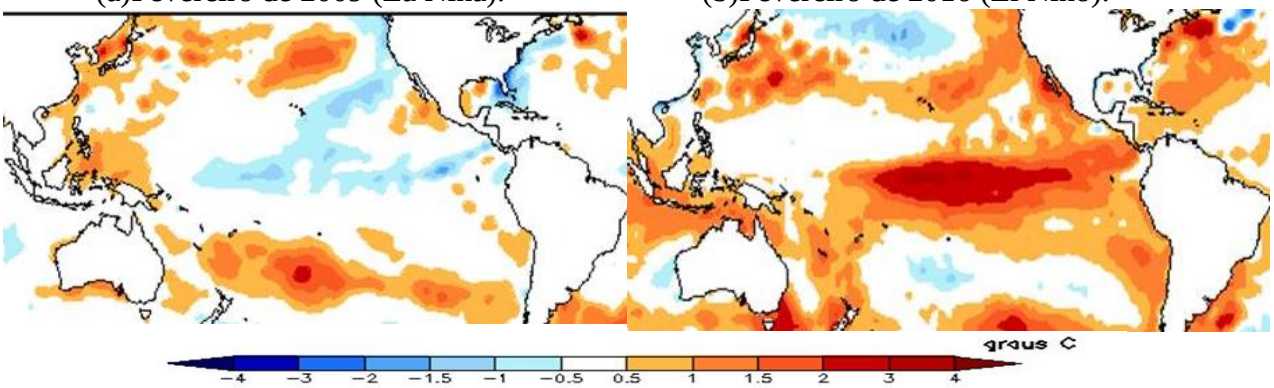
Figura 07 – Região de coleta de dados de TSM no Oceano Pacifico.



Fonte: National Centers for Environmental Information.

Figura 08 – Anomalias de TSM no Oceano Pacifico em fevereiro de 2009 (a) e de 2016 (b).

(a)Fevereiro de 2009 (La Niña). (b)Fevereiro de 2016 (El Niño).



Fonte: INPE (2017)

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 *Número de ocorrências de veranicos que abrangeram todo o estado do Ceará*

Na Tabela 02, pode se observar o número de ocorrências de veranicos de 12, 16 e 20 dias, por mês da estação chuvosa, que abrangeram todo o estado do Ceará na série histórica analisada (1974 – 2017), que foram de 28, 15 e 9, respetivamente.

O maior número de veranicos com duração igual ou superior a 12, 16 e 20 dias ocorreu no mês de maio com 16, 11 e 7 eventos, respectivamente, o que relativamente representou 57%, 73% e 77% dos eventos ocorridos durante os meses da estação chuvosa. Essa concentração de veranicos no mês de maio pode ser explicada devido ao fato deste corresponder ao fim da estação chuvosa, onde o volume pluviométrico é menor, e comumente a ZCIT já está se deslocando para o hemisfério Norte. Tais inferências, corroboram com as informações reportadas por (SILVA *et al*., 2009; MENEZES *et al*., 2010; SOARES; NOBREGA, 2010; CASTRO, 2011), utilizando uma síntese das ideias dos autores, na forma de citação indireta.

Tabela 02 – Número de ocorrências de veranicos de 12, 16 e 20 dias, por mês da estação chuvosa, que abrangeram todo o estado do Ceará, na série histórica analisada (1974 – 2017).

MÊS	**DURAÇÃO DOS VERANICOS EM DIAS**		
	12	**16**	**20**
	Nº de eventos		
Fevereiro	4	0	0
Março	4	3	1
Abril	4	1	1
Maio	16	11	7
Total	28	15	9

Fonte: FUNCEME (2017)

Observa–se ainda na tabela acima que os veranicos mais longos são inversamente proporcionais a sua frequência. Embora que os veranicos com maior duração sejam menos frequentes eles podem ocasionar maiores problemas de redução de produtividade agrícola (FIDELIS FILHO *et al.*, 1998; SILVA; RAO, 2002; DENI *et al.*, 2009; SILVA *et al*., 2009; LI *et al.*, 2011). Cumpri salientar que um veranico de 20 dias, também foi computado como de 12 e de 16 dias.

Durantes os meses de fevereiro, ocorreram o menor número de veranicos (4), além de não ter ocorrido veranicos com duração maior ou igual a 16 dias. Isso pode resultar do fato que durante este mês tanto podem atuar sistemas meteorológicos de pré–estação como o Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) e Cavados, como da estação chuvosa, a ZCIT (MENEZES *et al*., 2010; SOARES; NOBREGA, 2010).

Vale salientar, que em alguns anos ocorreram mais de um período de 12 dias sem chuva acima de 2 mm em todo o Estado, durante um único mês, como em abril de 1981, maio de 1987 e maio de 1992 (Apêndice A).

Em estudo realizado por Repelli e Alves (1996), sobre probabilidades de ocorrência de veranicos no estado do Ceará, observaram–se que durante a estação chuvosa as possibilidades para longos períodos acima de 20 dias foram mínimas, inclusive nos municípios localizados nas áreas mais áridas do Estado. Diniz (2006), em estudo realizado em Petrolina–PE, observou que em média os veranicos duraram 25 dias, porém um gradiente térmico desfavorável no oceano Atlântico nos anos de 1980, 1981 e 1982 provocou veranicos com duração de 41, 43 e 45 dias consecutivos durante a estação chuvosa.

Aragão *et al*. (2015) em estudo realizado sobre a ocorrência de veranicos no estado do Ceará, observou que houve uma diminuição na frequência nos veranicos pequenos, ou seja, de 5 a 10 dias, no decorrer dos anos e um aumento nos veranicos médios e grandes, acima de 10 dias de duração. Para Diniz (2006), os veranicos constituem–se num sério problema, porque quando vão além de aproximadamente dez dias, durante os estádios fenológicos de floração e de formação da produção, causam frustração parcial ou total de safra. Esses resultados, corroboram com as informações reportadas por Guimarães *et al*. (2006); Menezes *et al.* (2008); Soares e Nóbrega (2010).

Existe uma grande variabilidade de ano para ano em relação a quantidade de veranicos e o período de duração deles, essa variabilidade está relacionada com a influência de sistema atmosféricos nas temperaturas dos oceanos Pacifico e Atlântico (SOARES; NÓBREGA, 2010). O fenômeno El Niño–Oscilação Sul (ENOS), dependendo da intensidade e do período do ano em que ocorre, pode provocar condições de enchentes e de secas severas, principalmente, quando acontece conjuntamente com o Dipolo do Atlântico (DINIZ *et al*., 2006; ALVES *et al*., 2017).

3.3.2 *Número de ocorrências de veranicos que abrangeram todo o Sertão Central*

Na tabela 03 é apresentado o número de ocorrências de veranicos por mês da estação chuvosa, que abrangeram todo o Sertão Central do Ceará, na série histórica analisada (1974 – 2017). Pode–se verificar que o número total de eventos ocorridos durante os meses da estação chuvosa foi de 42, 16 e 7, para os períodos de duração de 12, 16 e 20 dias, respectivamente. Como esta análise abrange uma área menor, com menos pluviômetros, o número de eventos ocorridos é maior do que o da análise que envolve todo o estado.

Tabela 03 – Número de ocorrências de veranicos de 12, 16 e 20 dias, por mês da estação chuvosa, que abrangeram todo o sertão central do Ceará, na série histórica analisada (1974 – 2017).

MÊS	**DURAÇÃO DOS VERANICOS EM DIAS**		
	12	**16**	**20**
	Nº de eventos		
Fevereiro	11	1	0
Março	4	2	1
Abril	5	0	0
Maio	22	13	6
Total	42	16	7

Fonte: FUNCEME (2017)

Entre os meses analisados durante a estação chuvosa, o mês de maio é o que apresentou o maior número de eventos de veranicos com duração de 12, 16 e 20 dias, com 22, 13 e 6 eventos, respectivamente. Esses valores representam relativamente 53%, 31,72% e 14.6%, respectivamente, de todos os eventos ocorridos durante a estação chuvosa. O que demonstra uma grande concentração dos veranicos, principalmente, de 12 dias no mês de maio. Essas maiores concentrações em maio, deve–se ao fim da estação chuvosa. Neste, a ZCIT, normalmente, já está se posicionando mais ao norte da linha equatorial (MENEZES *et al*., 2010; SOARES; NOBREGA, 2010; SILVA; FERREIRA, 2015).

Ressalta–se, ainda, que em alguns anos ocorreram mais de um período de 12 dias sem chuva acima de 2 mm em todo o sertão Central durante o mês de maio, como em 1980, 1987, 1992 e 2001 (Apêndice B).

Essas informações divergem do estudo sobre a ocorrência de veranicos realizados na bacia do rio Parnaíba, no Piauí, por Silva e Ferreira, (2015) que observaram que os meses mais preocupantes da estação chuvosa são janeiro e fevereiro, pois, segundo os mesmos

apesar de receberem totais pluviométricos mensais expressivos, registram o maior número de eventos, especialmente mais longos. Ocorrendo uma alta concentração pluviométrica em dias chuvosos durante esses meses. Entretanto, a estação chuvosa na metade sul do Piauí caracteriza–se por ser de dezembro a março, sendo maio um mês de pós–estação chuvosa.

Os menores números de veranicos mensais no sertão Central (Tabela 03) não foram uniformemente distribuídos, observando–se que para o período de duração de 12 dias a menor incidência ocorreu no mês de março com quatro eventos o que representou 9,5% do total de eventos. Já não se observaram eventos com duração de 16 e 20 dias no mês de Abril. Isso acontece, pois nos meses de março e abril a ZCIT se posiciona mais frequentemente próxima a linha do Equador, muitas vezes em latitudes até próximas a 5° S. O que é condizente com Silva *et al*. (2009); Soares e Nobrega (2010).

Em comparação com os dados pluviométricos analisados para o estado do Ceará, observa–se no sertão Central uma maior concentração no número de veranicos com duração de 16 e 20 dias no mês de maio. Isso pode significar que existe uma grande probabilidade na região do sertão Central de ocorrência de déficits hídricos na fase reprodutiva das culturas anuais, afetando grandemente a economia regional uma vez que sua ocorrência pode reduzir a produção final. Por isso, é recomendável, para se reduzir os riscos climáticos, o uso de práticas agrícolas que possibilitem uma maior retenção de água no solo, calagem e seleção de espécie resistentes ao estresse hídrico, conforme salientam Carvalho *et al*. (2000); Silva e Ferreira (2015).

O número reduzido de veranicos com duração de 12 dias no mês de março, se comparado a outros meses da estação chuvosa, e a ausência de veranicos com duração de 16 e 20 dias no mês de Abril pode ser acarretado pelo posicionamento da ZCIT mais ao sul durante esses meses, segundo Repelli e Alves (1996). Quando as chuvas tornam–se mais regulares, provocadas principalmente pela influência da Zona de Convergência Intertropical, os períodos de estiagem prolongada tendem a ser mais escassos (SILVA *et al*., 2009; MENEZES *et al*., 2010).

Soares e Nobrega (2010) verificou, estudando a ocorrência de veranicos no sertão de Pernambuco, que o número de veranicos por estação chuvosa tende a se relacionar de maneira inversamente proporcional com a duração destes veranicos, ou seja, quanto mais veranicos ocorrerem em um determinado ano, menores eles serão; enquanto que, se ocorrerem poucos veranicos em um determinado ano, estes terão períodos longos de duração.

Caso ocorram atrasos na liberação do crédito, consequentemente na compra dos insumos, e na distribuição de sementes pelos órgãos do governo aumenta–se a probabilidade

de incidência de veranicos, com períodos de média e longa duração, durante os estádios de floração e de frutificação das culturas. Para Silva e Rao (2002), a realização do plantio no mês de fevereiro pode apresentar altos ricos para as principais culturas utilizadas no Ceará em regime de sequeiro, como o milho e o feijão.

3.3.3 *Número de ocorrências de veranicos que abrangeram todo o munícipio de Quixadá, Ceará*

Na Tabela 04, pode–se observar o número de ocorrências de veranicos de 12, 16 e 20 dias, por mês da estação chuvosa, que abrangeram o município de Quixadá, CE na série histórica analisada (1974 – 2017), que foram de 69, 30 e 16, respectivamente.

Tabela 04 – Número de ocorrências de veranicos de 12, 16 e 20 dias, por mês da estação chuvosa, que abrangeram o município de Quixadá, CE na série histórica analisada (1974 – 2017).

MÊS	**DURAÇÃO DOS VERANICOS EM DIAS**		
	12	**16**	**20**
	Nº de eventos		
Fevereiro	19	5	2
Março	9	5	0
Abril	13	5	3
Maio	28	15	11
Total	69	30	16

Fonte: FUNCEME 2017

Verificou–se uma grande variabilidade entre os meses, porém o mês de maio foi o que apresentou o maior número de eventos com 28; 15; e 11 para os veranicos com duração de 12; 16 e 20 dias, respectivamente. Isto representou 40, 50 e 68%, respectivamente, da quantidade total de veranicos, dos quatro meses da estação chuvosa. Esses valores encontram–se abaixo das frequências percentuais para o mês de maio, nos estudos realizados para o estado do Ceará e para a região do sertão Central. Isso indica que há uma maior frequência de veranicos nos outros três meses da estação chuvosa em Quixadá, em relação ao sertão central e ao Ceará.

As menores ocorrências foram observadas no mês de março com 9; 5 e 0 eventos, o que percentualmente representou 13, 16 e 0% dos eventos totais com de duração de 12; 16 e 20 dias, respectivamente. Pelos dados, pode–se sugerir, a época de plantio no início do mês

de março com a mais adaptada para as culturas de ciclo curto, pois março e abril apresentam menores riscos de ocorrências de veranicos no município de Quixadá, CE. Entretanto, para culturas de ciclo mais longo, a época de plantio mais indicada deve ser o final do mês de fevereiro, quando a ZCIT, normalmente, já está mais próxima da linha do Equador. O que é condizente com Marengo (2006); Menezes *et al*. (2010); Alves *et al*. (2017).

Entretanto, os eventos ENOS podem influenciar positivamente ou negativamente estas proposições. Nos anos com El Niño, normalmente, ocorrem afundamentos das massas de ar e, possivelmente, há ocorrências de veranicos (MARENGO, 2006; SOARES; NOBREGA, 2010). Conforme a Tabela 5, isto foi verdadeiro para o mês de fevereiro em Quixadá nos anos de 1988 (El Niño fraco), 1998 (El Niño forte), 2005 (El Niño fraco), 2015 (El Niño fraco) e 2016 (El Niño forte). Em 2010, sob anomalia indutora de El Niño moderado ocorreram 2 veranicos de 12 dias durante o mês de fevereiro em Quixadá. Entretanto, mesmo em anos com anomalias caracterizadas de La Niña ocorreram eventos de veranicos, como em 1989, 1999, 2000, 2001 sob condição de La Niña moderado ocorreu um veranico de 20 dias. Ou seja, os eventos El Niño são importantes para a qualificação da estação chuvosa, mas não são os únicos fatores (MARENGO, 2006; MENEZES *et al*., 2010; SOARES; NOBREGA, 2010).

Tabela 05 – Número de veranicos com 12, 16 e 20 dias de duração no mês de fevereiro no município de Quixadá–CE, anomalias na temperatura do Oceano Pacífico Equatorial região Niño 3.4 (latitude 5ºN–5ºS , longitude 120º–170ºW) e condições de ENOS, na série histórica analisada (1974 – 2017).

ANOS	**NÚMERO DE VERANICOS (DURAÇÃO EM DIAS)**			**ANOMALIAS DE TSM**	**CONDIÇÃO**
	12	**16**	**20**	**Fevereiro**	
1974	0	0	0	-1,6	La Niña Forte
1975	0	0	0	-0,6	La Niña Fraco
1976	0	0	0	-1,2	La Niña Moderado
1977	0	0	0	0,6	El Niño Fraco
1978	1	0	0	0,4	Neutro
1979	1	0	0	0,1	Neutro
1980	0	0	0	0,5	El Niño Fraco
1981	0	0	0	-0,5	Neutro
1982	0	0	0	0,1	Neutro
1983	0	0	0	1,9	El Niño Forte
1984	1	0	0	-0,4	Neutro

Continua

Tabela 05 – Número de veranicos com 12, 16 e 20 dias de duração no mês de fevereiro no município de Quixadá–CE, anomalias na temperatura do Oceano Pacífico Equatorial região Niño 3.4 (latitude 5ºN–5ºS , longitude 120º–170ºW) e condições de ENOS, na série histórica analisada (1974 – 2017).

Continuação

ANOS	NÚMERO DE VERANICOS (DURAÇÃO EM DIAS)			ANOMALIAS DE TSM	CONDIÇÃO
	12	16	20	Fevereiro	
1985	0	0	0	-0,8	La Niña Fraco
1986	0	0	0	-0,5	Neutro
1987	1	0	0	1,2	El Niño Moderado
1988	1	1	0	0,5	El Niño Fraco
1989	1	1	1	-1,4	La Niña Moderado
1990	0	0	0	0,2	Neutro
1991	1	0	0	0,3	Neutro
1992	0	0	0	1,6	El Niño Forte
1993	1	0	0	0,3	Neutro
1994	0	0	0	0,1	Neutro
1995	0	0	0	0,7	El Niño Fraco
1996	1	0	0	-0,8	La Niña Fraco
1997	0	0	0	–0,4	Neutro
1998	1	0	0	1,9	El Niño Forte
1999	1	0	0	–1,3	La Niña Moderado
2000	1	0	0	–1,4	La Niña Moderado
2001	1	1	0	–0,5	La Niña Fraco
2002	1	0	0	0	Neutro
2003	0	0	0	0,6	El Niño Fraco
2004	0	0	0	0,3	Neutro
2005	1	0	0	0,6	El Niño Fraco
2006	1	0	0	–0,7	La Niña Fraco
2007	0	0	0	0,3	Neutro
2008	1	0	0	–1,4	La Niña Moderado
2009	0	0	0	–0,7	La Niña Fraco
2010	2	1	0	1,3	El Niño Moderado
2011	0	0	0	–1,1	La Niña Moderado
2012	1	1	0	–0,6	La Niña Fraco
2013	1	0	0	–0,3	Neutro
2014	0	0	0	–0,4	Neutro
2015	1	0	0	0,6	El Niño Fraco
2016	1	1	0	2,2	El Niño Forte
2017	0	0	0	–0,1	Neutro

Fonte: elaborada pelo autor

* normais são coloridos em azul e vermelho quando o limite é cumprido por um mínimo de 5 temporadas de sobreposição consecutivas.

Na Tabela 6 pode–se observar o número de veranicos com 12, 16 e 20 dias de duração no mês de março para o município de Quixadá–CE. Os valores das anomalias na temperatura do Oceano Pacífico Equatorial, região Niño 3.4 (latitude 5ºN–5ºS, longitude 120º–170ºW) e condições de ENOS, na série histórica analisada (1974 – 2017).

Pela Tabela 6, pode–se observar que com a ocorrência de La Niña não ocorreram veranicos no mês de março em Quixadá durante os anos de 1974 (La Niña moderado), 1975 (La Niña fraco), 1976 (La Niña fraco), 1985 (La Niña fraco), 1989 (La Niña moderado), 1999 (La Niña moderado), 2000 (La Niña moderado), 2006 (La Niña fraco), 2009 (La Niña fraco) e 2012 (La Niña fraco). Somente em 2011 (La Niña fraco), ocorreu um evento de veranico de 12 dias durante o mês de março. A condição de La Niña, caracterizada pelas condições de águas mais frias no Pacífico tropical, com consequente elevação da pressão atmosférica local e ventos regionais divergentes, normalmente, possibilita uma maior presença da ZCIT na costa norte do nordeste brasileiro. Esses dados, mostram a contribuição da La Niña para uma presença mais frequente da ZCIT próxima ao norte do nordeste durante o mês de março, confirmando as inferências de Menezes *et al*. (2010).

Tabela 6 – Número de veranicos com 12, 16 e 20 dias de duração no mês de março no município de Quixadá–CE, anomalias na temperatura do Oceano Pacífico Equatorial região Niño 3.4 (latitude 5ºN–5ºS , longitude 120º–170ºW) e condições de ENOS, na série histórica analisada (1974 – 2017).

ANOS	**NÚMERO DE VERANICOS (DURAÇÃO EM DIAS)**			**ANOMALIAS DE TSM**	**CONDIÇÃO**
	12	**16**	**20**	**Março**	
1974	0	0	0	–1,2	La Niña Moderado
1975	0	0	0	–0,7	La Niña Fraco
1976	0	0	0	–0,7	La Niña Fraco
1977	0	0	0	0,3	Neutro
1978	1	1	0	0,1	Neutro
1979	0	0	0	0,2	Neutro
1980	0	0	0	0,3	Neutro
1981	1	0	0	–0,5	Neutro
1982	0	0	0	0,2	Neutro
1983	0	0	0	1,5	El Niño Moderado
1984	0	0	0	–0,3	Neutro
1985	0	0	0	–0,8	La Niña Fraco
1986	0	0	0	–0,3	Neutro

Continua

Tabela 6 – Número de veranicos com 12, 16 e 20 dias de duração no mês de março no município de Quixadá–CE, anomalias na temperatura do Oceano Pacífico Equatorial região Niño 3.4 (latitude 5ºN–5ºS , longitude 120º–170ºW) e condições de ENOS, na série histórica analisada (1974 – 2017).

Continuação

ANOS	NÚMERO DE VERANICOS (DURAÇÃO EM DIAS)			ANOMALIAS DE TSM	CONDIÇÃO
	12	16	20	Março	
1987	0	0	0	1,1	El Niño Moderado
1988	1	0	0	0,1	Neutro
1989	0	0	0	–1,1	La Niña Moderado
1990	1	1	0	0,3	Neutro
1991	0	0	0	0,2	Neutro
1992	0	0	0	1,5	El Niño Moderado
1993	1	1	1	0,5	Neutro
1994	0	0	0	0,2	Neutro
1995	0	0	0	0,5	El Niño Fraco
1996	0	0	0	–0,6	La Niña Fraco
1997	0	0	0	–0,1	Neutro
1998	0	0	0	1,4	El Niño Moderado
1999	0	0	0	–1,1	La Niña Moderado
2000	0	0	0	–1,1	La Niña Moderado
2001	0	0	0	-0,4	Neutro
2002	0	0	0	0,1	Neutro
2003	0	0	0	0,4	Neutro
2004	0	0	0	0,2	Neutro
2005	0	0	0	0,4	Neutro
2006	0	0	0	-0,5	La Niña Fraco
2007	0	0	0	0	Neutro
2008	0	0	0	-1,2	La Niña Moderado
2009	0	0	0	-0,5	La Niña Fraco
2010	1	1	0	0,9	El Niño Fraco
2011	1	0	0	-0,8	La Niña Fraco
2012	0	0	0	-0,5	La Niña Fraco
2013	1	1	0	-0,2	Neutro
2014	0	0	0	-0,2	Neutro
2015	1	0	0	0,6	El Niño Fraco
2016	0	0	0	1,7	El Niño Forte
2017	0	0	0	0,1	Neutro

Fonte: elaborada pelo autor.

* normais são coloridos em azul e vermelho quando o limite é cumprido por um mínimo de 5 temporadas de sobreposição consecutivas.

Outro mês com presença frequente da ZCIT sob condição de La Niña é o de abril (MENEZES *et al*., 2008; SOARES; NOBREGA, 2010). Observando–se a Tabela 7, pode–se perceber que durante os anos em que ocorreram La Niña (1974, 1975, 1976, 1985, 1989, 1999, 2000, 2008 e 2001) não se observaram veranicos em Quixadá a partir de 12 dias durante o mês de abril. Entretanto, ocorreram veranicos em anos sob condições de neutralidade dos ENOS (1978, 1979, 1980, 1981, 1990, 1991, 1993 e 2012). E, a pior condição, quanto aos veranicos, aconteceu nos anos de 1981 (neutro), 1998 (El Niño) e 2012 (neutro) com dois veranicos de 12 dias ou mais durante o mês de abril.

Tabela 7 – Número de veranicos com 12, 16 e 20 dias de duração no mês de Abril no município de Quixadá–CE, anomalias na temperatura do Oceano Pacífico Equatorial região Niño 3.4 (latitude 5ºN–5ºS, longitude 120º–170ºW) e condições de ENOS, na série histórica analisada (1974 – 2017).

ANOS	**NÚMERO DE VERANICOS (DURAÇÃO EM DIAS)**			**ANOMALIAS DE TSM**	**CONDIÇÃO**
	12	**16**	**20**	**Abril**	
1974	0	0	0	–1	La Niña Fraco
1975	0	0	0	–0,7	La Niña Fraco
1976	0	0	0	–0,5	La Niña Fraco
1977	0	0	0	0,2	Neutro
1978	1	1	1	–0,2	Neutro
1979	1	1	0	0,3	Neutro
1980	1	0	0	0,4	Neutro
1981	2	1	1	–0,4	Neutro
1982	0	0	0	0,5	El Niño Fraco
1983	1	0	0	1,3	El Niño Moderado
1984	0	0	0	–0,4	Neutro
1985	0	0	0	–0,8	La Niña Fraco
1986	0	0	0	–0,2	Neutro
1987	1	0	0	0,9	El Niño Fraco
1988	0	0	0	–0,3	Neutro
1989	0	0	0	–0,8	La Niña Fraco
1990	1	1	0	0,3	Neutro
1991	1	0	0	0,3	Neutro
1992	1	0	0	1,3	El Niño Moderado
1993	1	0	0	0,7	Neutro
1994	0	0	0	0,3	Neutro
1995	0	0	0	0,3	Neutro
1996	0	0	0	–0,4	Neutro

Continua

Tabela 7 – Número de veranicos com 12, 16 e 20 dias de duração no mês de Abril no município de Quixadá–CE, anomalias na temperatura do Oceano Pacífico Equatorial região Niño 3.4 (latitude 5ºN–5ºS, longitude 120º–170ºW) e condições de ENOS, na série histórica analisada (1974 – 2017).

Continuação

ANOS	NÚMERO DE VERANICOS (DURAÇÃO EM DIAS)			ANOMALIAS DE TSM	CONDIÇÃO
	12	16	20	Abril	
1997	0	0	0	0,3	Neutro
1998	2	1	1	1	El Niño Fraco
1999	0	0	0	–1	La Niña Fraco
2000	0	0	0	–0,8	La Niña Fraco
2001	0	0	0	–0,3	Neutro
2002	0	0	0	0,2	Neutro
2003	0	0	0	0	Neutro
2004	0	0	0	0,2	Neutro
2005	0	0	0	0,4	Neutro
2006	0	0	0	–0,3	Neutro
2007	0	0	0	–0,2	Neutro
2008	0	0	0	–0,9	La Niña Fraco
2010	0	0	0	0,4	Neutro
2011	0	0	0	–0,6	La Niña Fraco
2012	2	1	1	–0,4	Neutro
2013	0	0	0	–0,2	Neutro
2014	0	0	0	0,1	Neutro
2015	1	0	0	0,8	El Niño Fraco
2016	0	0	0	1	El Niño Fraco
2017	0	0	0	0,3	Neutro

Fonte: elaborada pelo autor.

* normais são coloridos em azul e vermelho quando o limite é cumprido por um mínimo de 5 temporadas de sobreposição consecutivas.

Os resultados desse trabalho corroboram com Diniz (2006), estudando uma série pluviométrica do município de Petrolina–PE, que observou que nos anos considerados mais chuvosos reduziu–se o número de veranicos e a duração foi de no máximo 16 dias. Para o autor, o volume pluviométrico total não chega a ser um grande problema desde que as chuvas sejam bem distribuídas ao longo da estação chuvosa, pois mesmo em anos nos quais as chuvas ocorreram na média, ou um pouco abaixo dela, a produção agrícola não foi tão afetada, principalmente, a das culturas mais resistente aos períodos de estiagem.

Em maio, os veranicos já são mais recorrentes, devido a tendência de retorno da ZCIT para o hemisfério Norte (MARENGO, 2006; MENEZES *et al*., 2008; SOARES; NOBREGA, 2010). No caso de Quixadá, Tabela 8, ocorreram em vários anos da serie, 2

veranicos de 12 dias no mês de maio (1980, neutro; 1983, El Niño fraco; 1987, El Niño fraco; 1992, El Niño moderado; 2001, neutro; 2003, neutro; 2007, neutro; 2010, neutro; 2012, neutro; 2015, El Niño fraco). Entretanto, em anos com La Niña não ocorreram 2 eventos mais ocorreu um evento. Resaltando–se que no caso, foram computados 2 eventos de 12 ou mais dias e um terceiro de 16 ou mais dias. Ou seja, um dos eventos prolongou–se por mais de 16 dias, sendo que o outro teve duração inferior a esta.

Resultado este, que corrobora com outros autores Silva *et al*., (2009); Menezes *et al*., (2010); Soares; Nobrega, (2010); Alves *et al*., (2017) os quais relatam a sua contribuição positiva para a nossa estação chuvosa, através da indução para que a ZCIT permaneça por um maior período na costa norte do Brasil.

Tabela 8 – Número de veranicos com 12, 16 e 20 dias de duração no mês de maio no município de Quixadá–CE, anomalias na temperatura do Oceano Pacífico Equatorial região Niño 3.4 (latitude 5ºN–5ºS , longitude 120º–170ºW) e condições de ENOS, na série histórica analisada (1974 – 2017).

ANOS	**NÚMERO DE VERANICOS (DURAÇÃO EM DIAS)**			**ANOMALIAS DE TSM**	**CONDIÇÃO**
	12	**16**	**20**	**Maio**	
1974	0	0	0	–0,9	La Niña Fraco
1975	0	0	0	–0,8	La Niña Fraco
1976	1	1	1	–0,3	Neutro
1977	0	0	0	0,2	Neutro
1978	0	0	0	–0,3	Neutro
1979	0	0	0	0,2	Neutro
1980	2	1	1	0,5	Neutro
1981	1	1	0	–0,3	Neutro
1982	0	0	0	0,7	El Niño Fraco
1983	2	1	1	1,1	El Niño Moderado
1984	0	0	0	–0,5	La Niña Fraco
1985	0	0	0	–0,8	La Niña Fraco
1986	1	0	0	–0,1	Neutro
1987	2	1	1	1	El Niño Fraco
1988	0	0	0	–0,9	La Niña Fraco
1989	1	0	0	–0,6	La Niña Fraco
1990	0	0	0	0,3	Neutro
1991	0	0	0	0,5	El Niño Fraco
1992	2	1	1	1,1	El Niño Moderado
1993	1	1	0	0,7	Neutro
1994	0	0	0	0,4	Neutro

Continua

Tabela 8 – Número de veranicos com 12, 16 e 20 dias de duração no mês de maio no município de Quixadá–CE, anomalias na temperatura do Oceano Pacífico Equatorial região Niño 3.4 (latitude 5ºN–5ºS , longitude 120º–170ºW) e condições de ENOS, na série histórica analisada (1974 – 2017).

Continuação

ANOS	NÚMERO DE VERANICOS (DURAÇÃO EM DIAS)			ANOMALIAS DE TSM	CONDIÇÃO
	12	16	20	Maio	
1995	0	0	0	0,1	Neutro
1996	1	1	1	–0,3	Neutro
1997	1	1	0	0,8	El Niño Fraco
1998	1	1	1	0,5	El Niño Fraco
1999	0	0	0	–1	La Niña Fraco
2000	1	0	0	–0,7	La Niña Fraco
2001	2	1	1	–0,3	Neutro
2002	0	0	0	0,4	Neutro
2003	2	1	1	–0,3	Neutro
2004	0	0	0	0,2	Neutro
2005	0	0	0	0,3	Neutro
2006	0	0	0	0	Neutro
2007	2	1	1	–0,3	Neutro
2008	0	0	0	–0,8	La Niña Fraco
2009	0	0	0	0,1	Neutro
2010	2	1	0	–0,1	Neutro
2011	0	0	0	–0,5	La Niña Fraco
2012	2	1	1	–0,2	Neutro
2013	0	0	0	–0,3	Neutro
2014	0	0	0	0,3	Neutro
2015	2	1	1	1	El Niño Fraco
2016	1	1	0	0,5	El Niño Fraco
2017	1	1	0	0,4	Neutro

Fonte: elaborada pelo autor.

* normais são coloridos em azul e vermelho quando o limite é cumprido por um mínimo de 5 temporadas de sobreposição consecutivas.

Essas ocorrências frequentes de veranicos no mês de maio corroboram Batisani e Yarnal (2010), ao reportarem que o problema da irregularidade pluviométrica no semiárido resulta não só da variação dos totais pluviométricos, da duração e da intensidade dessas precipitações, mas principalmente da ocorrência de dias sem chuvas durante a estação chuvosa, chamados de veranicos; esse fatores são determinantes do sucesso (ou não) das atividades agrícolas e pecuárias e, consequentemente, da sobrevivência das famílias, com grande influência sobre os condicionamentos de ordens ecológica, botânica e fitogeográfica,

dentre outros. A distribuição espaço–temporal das precipitações é a principal condicionante à exploração dos recursos naturais.

A duração dos veranicos é bastante variável nas diversas regiões do Semiárido (COUTINHO *et al*., 2013). Já, Silveira *et al*. (2003) identificaram que para os municípios de Penedo e São Miguel no estado de Alagoas os registros apontam a ocorrência de veranicos de, no máximo 15–17 e 18–20 dias, respectivamente. De acordo com Assad *et al*. (1993), os estados onde se observam a maior frequência de veranicos com mais de 20 dias são Piauí, Bahia (Sudoeste baiano) e Minas Gerais (Norte de Minas), regiões inseridas dentro do semiárido brasileiro.

De um modo geral, de acordo com os resultados obtidos, é possível identificar um padrão de concentração de veranicos no mês de maio, nos três níveis territoriais estudados aqui: estado do Ceará, região do Sertão Central e município de Quixadá. Isto possibilita uma recomendação a comunidade de agricultores rurais, principalmente do município de Quixadá: procurem evitar que o período de enchimento e maturação dos grãos se estenda até o mês de maio. Além disso, é importante salientar, que a má distribuição pluviométrica associada a baixa capacidade de retenção de água do solo, na maior parte do semiárido (VIRMANI *et al*., 1980; FARIAS *et al*., 2008; BATISANI e YARNAL, 2010), pode levar as plantas cultivadas a atingirem o ponto de murcha permanente rapidamente (LARCHER, 2006; FERNANDES, 2014; ARAGÃO, 2015).

Do mesmo modo, em estudo realizado no estado de Pernambuco, (SOARES; NOBREGA, 2010) observaram que as precipitações são muito concentradas temporalmente, não somente quando se fala em escala anual, com chuvas concentradas em poucos meses, mas também, dentro dos próprios períodos chuvosos, com a ocorrência de chuva concentrada, historicamente, em poucos dias.

Os veranicos são mais frequentes em anos com El Niño (SOARES; NOBREGA, 2010; ALVES *et al*., 2017). Nesta pesquisa, também se observou preliminarmente uma maior tendência a ocorrência de veranicos nos anos em que se observaram eventos de El Niño. Visando–se uma análise mais detalhada, confeccionaram–se gráficos que relacionaram o número de eventos mensais de veranicos superiores a 12 dias em função das anomalias de TSM no Oceano Pacífico Equatorial, região Niño 3.4, conforme figuras 09 a 12, representativas dos meses de fevereiro a maio, respectivamente, sob condições de La Niña (a) e El Niño (b).

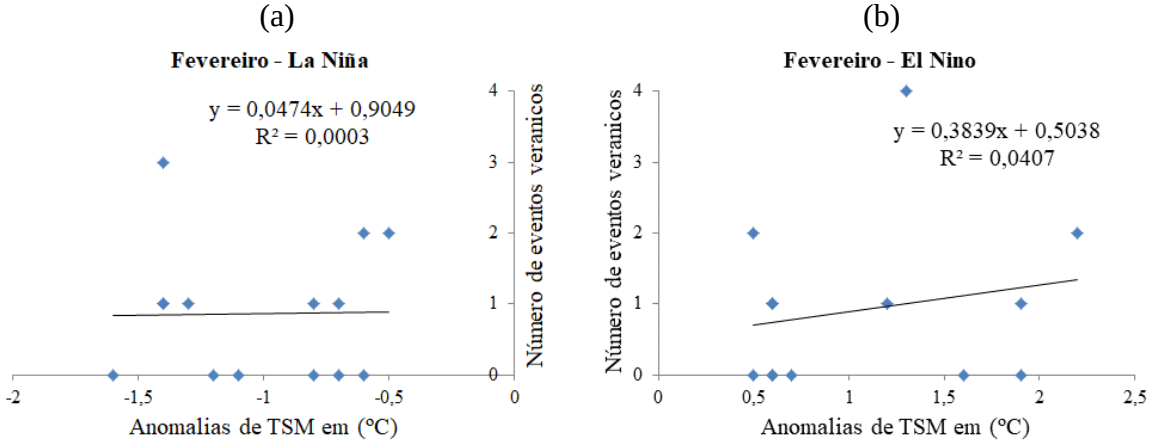
De um modo geral, os dados não apresentaram boa correlação. Isto deve ter ocorrido, devido ao fato de que, apesar de importantes, as anomalias de TSM não se

constituem no único fator a afetar a qualidade da estação chuvosa na região (MARENGO, 2006; SOARES; NOBREGA, 2010; ALVES *et al*., 2017).

A partir da Figura 9 (b), pode–se observar que em anos com El Niño houve uma tendência de ocorrerem uma maior quantidade de veranicos em Quixadá, durante o mês de fevereiro. Mas, observando–se a figura 9 (a), pode se perceber que mesmo sob condição de La Niña mediano (–1,4 ^{o}C) ocorreram em fevereiro, em um ano da série analisada, a quantificação de 3 eventos de veranicos em Quixadá.

Por outro lado, dos 13 anos com caracterização de La Niña da série em seis não ocorreram veranicos superiores a doze dias. Essa redução no número de veranicos em anos de La Niña foi também constada por Silva e Rao (2002) e Alves *et al*. (2017).

Figura 09 – Relação entre o número de eventos de veranicos no mês de fevereiro, em Quixadá, e as anomalias de TSM no oceano Pacifico, sob condições de La Niña (a) e El Niño (b).

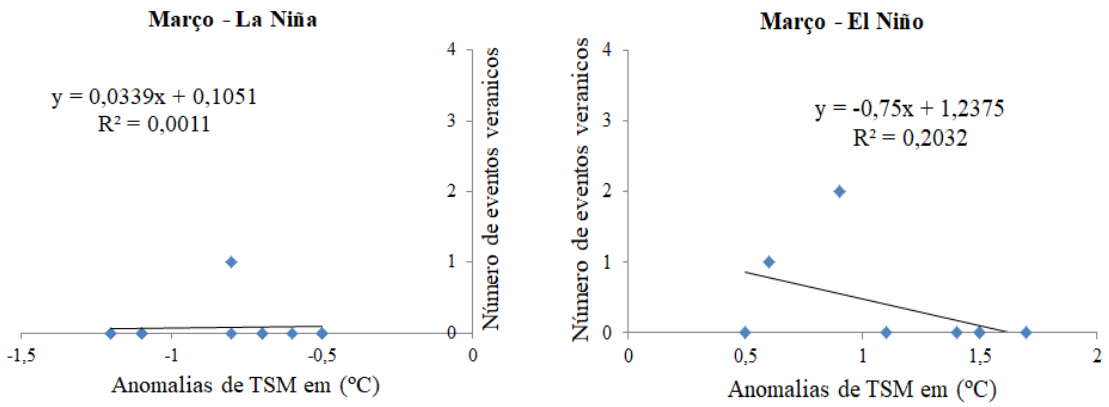


Fonte: elaborada pelo autor.

A Figura 10 retrata a relação entre o número de eventos de veranicos no mês de março, em Quixadá, e as anomalias de TSM no oceano Pacifico, sob condições de La Niña Figura 10 (a) e El Niño Figura 10 (b). Percebe–se que durante os anos com La Niña em março, em somente um deles ocorreu um evento de veranico de 12 dias. Já nos anos com El Niño, ocorreu um evento em ano sob condição fraca e ocorreram 2 eventos em um outro sob condição moderada. Ressalta–se, entretanto, que sob condições de El Niños o mês de março apresentou um maior número de veranicos de 12 ou mais dias na série histórica analisada.

Figura 10 – Relação entre o número de eventos de veranicos no mês de março, em Quixadá, e as anomalias de TSM no oceano Pacifico, sob condições de La Niña (a) e El Niño (b).

(a) (b)



Fonte: elaborada pelo autor.

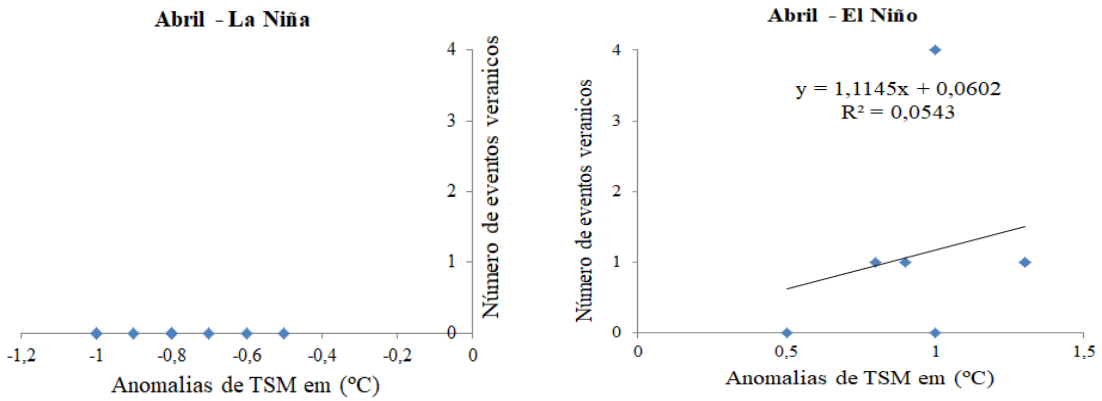
O mês de abril também costuma, em anos com chuva em torno da média ou acima desta, a ter a presença da ZCIT sobre o estado do Ceará (MARENGO, 2006; MENEZES *et al*., 2008; SOARES; NOBREGA, 2010). Na Figura 11, pode–se observar a relação entre o número de eventos de veranicos no mês de abril, em Quixadá, e as anomalias de TSM no oceano Pacifico, sob condições de La Niña Figura 11 (a) e El Niño Figura 11 (b).

Sob condições de La Niña, não ocorreram veranicos durante o mês de abril, com doze ou mais dias, em Quixadá. Já sob El Niño moderado ocorreram em um ano 4 eventos. Ressaltando, que para esta quantificação de eventos seriam 2 veranicos de 12 dias que se prolongaram até 16 dias.

Como já comentado, em anos com El Niño, principalmente, se moderado ou forte há, normalmente, ocorrências de afundamento de massas de ar, devido a formação da célula de Walker. Ocorrem movimentos ascendentes na costa leste do Pacífico (baixa pressão em superfície, que favorece a formação de nuvens) e movimento descendente (alta pressão em superfície) sobre o Nordeste do Brasil, dificultando a formação de nuvens (MENEZES *et al*., 2008).

Figura 11 – Relação entre o número de eventos de veranicos no mês de abril, em Quixadá, e as anomalias de TSM no oceano Pacifico, sob condições de La Niña (a) e El Niño (b).

(a) (b)

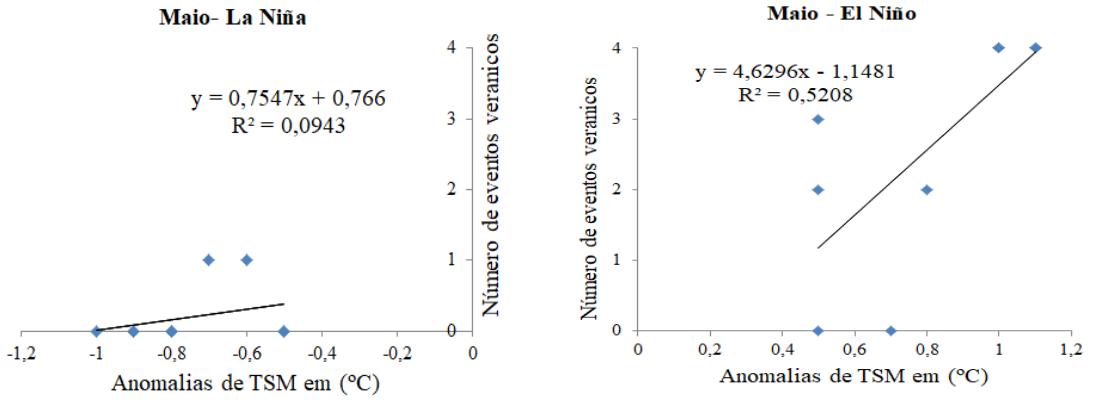


Fonte: Elaborada pelo autor.

A partir da Figura 12 (a), pode–se observar que nos anos com La Niña, durante o mês de maio, houve apenas 2 eventos de veranicos com duração igual ou maior que 12 dias em Quixadá. Porém podemos observar na Figura 12 (b) que durante o mês de maio o El niño influênciou consideravelmente a ocorrência de veranicos de 12 dias ou mais de duração, foram verificados 15 eventos. Durante o mês de maio, além do gradual retorno da ZCIT ao hemisfério Norte, são raros os surgimentos dos sistemas atmosféricos secundários que influenciam na estação chuvosa, tais como os complexos de meso–escala, as linhas de instabilidades, os vórtices ciclônicos e os cavados. Em alguns anos, podem ocorrer o surgimento das ondas de leste. Entretanto, normalmente, devido a baixa ocorrência desses sistemas são frequentes os veranicos (ALVES *et al*., 2017).

Figura 12 – Relação entre o número de eventos de veranicos no mês de maio, em Quixadá, e as anomalias de TSM no oceano Pacifico, sob condições de La Niña (a) e El Niño (b).

(a) (b)



Fonte: elaborada pelo autor.

3.4 Considerações finais

O maior número mensal de veranicos no estado do Ceará, no Sertão Central e em Quixadá com duração igual ou superior a 12, 16 e 20 dias, ocorreu no mês de maio.

Nos anos com La Niña, foram raros os veranicos com doze ou mais dias durante o mês de março em Quixadá, estes não ocorreram durante o mês de abril.

Não ocorreram boas correlações entre o número de eventos mensais, sob condições de El Niño ou de La Niña, e as anomalias de TSM, mostrando que estas não se constituem em um fator adequado para a estimativa do número de veranicos.

4 O CULTIVO CONSORCIADO FEIJÃO DE CORDA COM CAPIM *PANICUM MAXIMUM* SOB SIMULAÇÕES DE VERANICOS E DOSAGENS DE ESTERCO BOVINO NO SEMIÁRIDO

RESUMO

O feijão–caupi é uma das principais culturas da agricultura familiar, principalmente, no ambiente semiárido do Nordeste brasileiro. O cultivo de capins forrageiros, como o *Panicum maximum*, para a alimentação dos rebanhos caprinos é outra prática bastante utilizada na região. Entretanto, um dos grandes problemas encontrados na Região é a irregularidade das chuvas sendo frequente a ocorrência de períodos de escassez, mesmo durante a estação chuvosa, conhecidos como veranicos. Em consequência, é preciso que se desenvolvam mais estudos relacionados a técnicas que possibilitem a manutenção da produtividade agrícola, mesmo em períodos com veranicos, a fim de mitigar o efeito do estresse hídrico. Possivelmente, a utilização de uma adequada fertilização orgânica poderá minimizar os danos decorrentes dos veranicos no consórcio feijão caupi com capim (*Panicum maximum*). Por conseguinte, o objetivo principal deste estudo foi verificar os efeitos de veranicos e de dosagens de esterco bovino sobre as produtividades do consórcio feijão de caupi com capim (*Panicum maximum*), em condições semiáridas. Foi realizada na fazenda Bom Jardim, no município de Quixadá–CE, no período de maio a julho de 2016. O experimento foi composto por quatro diferentes intensidades de veranicos (0, 12, 16 e 20 dias; simulados por meio da supressão da irrigação) e por quatro doses de adubação orgânica (0, 15, 30 e 45 t ha^{-1} de esterco bovino curtido), com quatro repetições, perfazendo um total de 64 unidades experimentais. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com parcelas subdivididas. Cada unidade experimental foi composta de 8 e 16 covas de capim e de feijão, respectivamente, mas apenas as centrais, 4 e 8 covas, foram consideradas úteis. As variáveis analisadas foram: número de vagens por planta de feijão, comprimento de vagens, número de sementes por vagem, massa de cem sementes e massas fresca e seca da parte aérea do feijão e do capim. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando significativos aos níveis de 1 ou 5% foi realizado o teste de Tukey (dados quantitativos, referentes aos veranicos) e análise de regressão (dados quantitativos, referentes as dosagens de esterco). O aumento do período de duração dos veranicos reduziu todas as produtividades analisadas. As plantas de feijoeiro desenvolveram estratégias de sobrevivência, após o fim dos veranicos, abortando flores e, consequentemente, reduzindo o número de vagens para possibilitarem um maior número de sementes por vagem. O aumento nas dosagem de esterco foi proporcional a mitigação do efeito do estresse hídrico provocado pelos veranicos na

maioria das variáveis analisadas.

Palavras–chave: *Vigna unguiculata* (L.). Sistema consorciado gramínea–leguminosa. Forragem. Estresse hídrico.

ABSTRACT

Cowpea is one of the main crops in family farming, especially in the semi-arid environment of the northeast of Brazil. The cultivation of forage grasses, such as *Panicum maximum*, for feeding herds of goats is another practice widely used in the region. However, one of the major problems seen in the region is the irregularity of the rainfall, with frequent occurrences of periods of scarcity, even during the rainy season, known as dry spells (veranicos). As a result, it is necessary to develop further studies related to techniques for maintaining agricultural productivity even during periods of dry spells, so as to reduce the effect of water stress. The use of a suitable organic fertiliser might possibly minimise the damage caused by the dry periods to the intercrop of cowpea and grass (Panicum maximum). The principal aim of this study therefore, was to verify the effects of dry spells and doses of cattle manure on the productivity of an intercrop of string beans and grass (*Panicum maximum*) under semi-arid conditions. The research was carried out on the Bom Jardim farm in the district of Quixadá, Ceará, from May to July 2016. The experiment consisted of four different dry-spell intensities (0, 12, 16 and 20 days, simulated by suppressing the irrigation) and four doses of organic fertiliser (0, 15, 30 and 45 t ha^{-1} of rotted cattle manure), with four replications, giving a total of 64 experimental units. The experimental design was in randomised blocks with subdivided plots. Each experimental unit comprised 8 and 16 planting pits for the grass and beans respectively, with only the central 4 and 8 pits considered as the working area. The variables to be analysed were the number of pods per bean plant, pod length, number of seeds per pod, 100-seed weight, and fresh and dry weight of the bean and grass shoots. The data were submitted to analysis of variance by F-test, and when significant at a level of 1% or 5%, Tukey's test (qualitative data, relative to the dry spells) and regression analysis (quantitative data relative to the doses of manure) were carried out. An increase in dry-spell duration reduced each productivity being analysed. The bean plants developed survival strategies by the end of the dry spells, aborting flowers and consequently reducing the number of pods to allow a greater number of seeds per pod. Increases in the dose of manure were proportional to reductions in the effect of the water stress caused by the dry spells in most of the variables under analysis.

Keywords: *Vigna unguiculata* (L.). Grass-legume intercropping system. Forage. Water stress.

4.1 Introdução

O feijão–caupi é uma das principais culturas da agricultura familiar, principalmente, no ambiente semiárido do Nordeste brasileiro. O seu cultivo é uma atividade de grande importância para o desenvolvimento agrícola da região, tanto no aspecto econômico como nutricional, pois é o alimento básico das populações mais pobres, exercendo função social no suprimento das necessidades nutricionais dessa camada da população (ROCHA *et al*., 2009).

O cultivo de capins forrageiros para a alimentação dos rebanhos é outra pratica bastante utilizada no semiárido brasileiro. Entretanto, as espécies a serem escolhidas devem apresentar rusticidade, pouca exigência em água e em fertilidade do solo, tolerância a períodos de veranicos e boa palatabilidade. Segundo Menezes *et al*. (2015), nas áreas semiáridas, mais sujeitas à distribuição irregular das chuvas e a veranicos longos, devem ser usadas cultivares mais rústicas, mais tolerantes a estresses hídricos e com maior capacidade de recuperação após uma estiagem, sendo uma das alternativas o capim *Panicum maximum.*

O cultivo em consórcio leguminosa gramínea permite o fornecimento de alimento e renda, além disso, possibilita a integração lavoura pecuária, pois ao fim da estação chuvosa cessa a agricultura, porém é a pecuária que passa a garantir emprego, alimento e renda para a agricultura familiar. Uma das opções é o consórcio feijão de corda com capim *Panicum maximum*. Para Viana *et al*. (2010), a possibilidade de maximizar o uso do solo para atividades distintas e o retorno econômico, no curto, médio e longo prazo são fatores de motivação para a implantação do sistema integrado lavoura pecuária em diversas propriedades rurais.

No Brasil, o semiárido abrange aproximadamente 60% da área do Nordeste, contando com uma área de cerca de 1,6 milhões de km^2, onde vivem mais de 30 milhões de pessoas. Em função das suas características edafoclimáticas e da vulnerabilidade às limitações ambientais, os cultivos nas regiões semiáridas, dependentes da chuva, são normalmente limitados a pequenas áreas, caracterizados como de subsistência.

Um dos grandes problemas encontrados nessa região é a irregularidade das chuvas trazendo a ocorrência de períodos de escassez hídrica, mesmo durante a estação chuvosa, conhecidos como veranicos, que fazem com que o rendimento das culturas em sistemas de sequeiro sejam, frequentemente, bem menores do que o rendimento destas, quando cultivadas em condições de cultivo irrigado.

Entretanto, a deficiência hídrica provocada pela ocorrência de veranicos e as altas

temperaturas, quando ocorrem em períodos vegetativos críticos como na fase de florescimento, provocam a redução drástica do rendimento de grãos, o aumento da respiração e a redução da fotossíntese (MENDES *et al*., 2007).

A tolerância da planta à seca é atribuída a vários mecanismos complexos e as suas interações. Por causa dessa complexidade de fatores é necessário a compreensão da resposta da planta em termo de prevenção aos efeitos da seca. A tolerância é proveniente da habilidade da planta de sobreviver com baixos índices de potenciais hídricos internos e a prevenção é atribuída à habilidade da planta em manter um favorável balanço interno de água em condições de seca

Em consequência, é preciso que mais estudos relacionados a técnicas que possibilitem a manutenção da produtividade mesmo em períodos com veranicos a fim de mitigar o efeito do estresse hídrico. Talvez, a utilização de uma adequada fertilização orgânica possa ajudar ao consórcio feijão de corda com capim *Panicum maximum* a suavizar os danos decorrentes dos veranicos. Além disso, a cobertura do solo possibilitada pela adição de matéria orgânica pode reduzir as percas de água por evaporação.

Uma das alternativas de fácil aquisição no meio rural para a fertilização orgânica é o esterco de gado curtido. Entretanto, há carência de maiores informações no país sobre as dosagens adequadas desse fertilizante orgânico, principalmente para o seu uso em cultivo consorciado.

Portanto, o objetivo principal deste estudo foi verificar os efeitos de veranicos e de dosagens de esterco bovino sobre as produtividades do consórcio feijão de corda com capim *Panicum maximum*, em condições semiáridas.

4.2 Metodologia

4.2.1 *Caracterização da área experimental*

A pesquisa foi realizada na fazenda Bom Jardim (04º 48’ 46” S e 38º 55’ 31”W), no município de Quixadá–CE, situado na zona fisiográfica do Sertão Central a uma altitude média de 189 m, a 168,8 km da capital do Estado, Fortaleza, no período de maio a julho de 2016.

O clima local é do tipo semiárido quente e seco, Bsw’h’, conforme classificação de Köppen. A estação das chuvas tem duração de três a quatro meses (normalmente, de fevereiro a maio), com veranicos frequentes; e a estação seca, em torno de oito meses de duração, normalmente de junho a janeiro, sendo os meses de outubro a dezembro os mais secos e quentes.

A precipitação pluviométrica média anual local é de 732,1 mm, a evapotranspiração potencial é de 2.005,5 mm e a velocidade média dos ventos é de 1,44 km h^{-1}(FUNCEME: 2017). Os maiores valores das temperaturas médias máximas diárias são registrados de setembro a dezembro, com valores próximos a 38º C. Os menores valores de temperaturas mínimas mensais ocorrem entre junho e agosto, sendo a mais baixa de 21,2º C, em julho.

A análise de fertilidade do solo local indicou as seguintes características: pH = 7,3, P = 23 mg dm^{-3}, K=2,68 mmol dm^{-3}, Ca^{+2} = 115,2 mmol dm^{-3}, Mg^{+2} = 45,3 mmol dm^{-3}, matéria orgânica = 15,44 g kg^{-1}, CTC = 169,7 mmol dm^{-3}, CE = 0,77 dS m^{-1}. Resultados da análise da água do poço utilizada para irrigação: CE = 1,72 dS m^{-1}; RAS = 2,31; pH= 7,8; Classificação: C3S1. A área experimental foi constituída a montante de uma barragem subterrânea, Figura 13.

Figura 13 – Visão geral da área experimental a montante da barragem subterrânea. Quixadá, Ceará, 2016.

Fonte: elaborada pelo autor.

4.2.2 *Condução do cultivo*

As espécies utilizadas no consórcio foram o feijão caupi cultivar Marataoã, com as seguinte características: 42 dias até a floração, ciclo entre 70 e 75 dias e o capim Panicum Maximum, cultivar BRS ZURI. O preparo do solo foi realizado com uma aração e uma gradagem cruzada. Após o preparo do solo, realizaram–se a abertura de covas e plantou–se a semente do capim com espaçamento entre fileiras de 1 m e de 0,5 m na linha. No meio das fileiras do capim, plantou–se o feijão, espaçado de 0,25 m entre covas, figura 14.

Figura 14 – Fase inicial do cultivo consorciado feijão com capim *Panicum maximum*. Quixadá, Ceará, 2016.

Fonte: elaborada pelo autor.

Colocaram–se 10 sementes de capim e 3 sementes de feijão por cova. Após a germinação foram realizados desbastes ficando apenas cinco plantas de capim e uma de feijão por cova. O plantio foi realizado no dia 07 de maio de 2016 e a adubação ocorreu no 15º dia após o plantio (DAP) utilizando–se esterco bovino curtido nas dosagens 0; 15; 30 e 45 t ha^{-1} incorporadas ao solo.

Procurou–se manter o solo sempre limpo, por meio de capinas, com o auxílio de enxada para evitar concorrência com plantas daninhas. O controle fitossanitário não foi necessário, pois não houve incidência de praga com potencial dano econômico.

A colheita foi realizada no dia 14 de julho de 2016, sendo que foi realizada apenas uma colheita manual no feijão quando o ponto de maturação das vagens atingiram 90% secas, Figura 15.

Figura 15 – Cultivo consorciado feijão com capim Panicum maximum, durante a fase de maturação. Quixadá, Ceará, 2016.

Fonte: elaborada pelo autor.

4.2.3 *Delineamento experimental*

O experimento foi composto por quatro parcelas submetidas a diferentes intensidades de veranicos (0, 12, 16 e 20 dias; simulados por meio da supressão da irrigação) e por quatro subparcelas com doses de adubação orgânica (0, 15, 30 e 45 t ha^{-1} de esterco bovino curtido), com quatro repetições, perfazendo um total de 64 unidades experimentais. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com parcelas subdivididas.

A área utilizada para condução do experimento foi de 19 x 20 m, perfazendo 380

m² . Cada unidade experimental foi composta de 8 e 16 covas de capim e feijão, respectivamente, mas apenas as centrais, 4 e 8 covas, foram consideradas úteis. A área útil de cada unidade experimental foi de 2 m^2 (2 x 1 m), com uma área útil total de 128 m² .

4.2.4 *Simulação dos veranicos*

Inicialmente, toda a área experimental foi levada a condição de capacidade de campo, sendo irrigados diariamente, por um sistema de microasperssão, até os 21 DAP visando manter o solo na capacidade de campo e a estabilização do consórcio. A partir deste momento, realizaram–se as simulações dos veranicos suprimindo–se as irrigações nos tratamento T_2 = 12 dias de veranicos; T_3 = 16 dias de veranicos e T_4 = 20 dias de veranicos, voltando a ser irrigados aos 12, 16 e 20 dias após a suspensão da irrigação, respectivamente, apenas T_1 (testemunha) foi irrigado durante todo ciclo da cultura. Ressalta–se porém que os veranicos aplicados nos tratamentos ocorreram antes do início da floração.

As irrigações foram efetuadas por meio do sistema de microaspersão. As lâminas de irrigação foram definidas em função do método do tanque Classe "A". O tempo de irrigação foi calculado por meio da equação 1:

$$Ti = 60 * \frac{ECA * kp * kc * A}{Ei * q_{vi}} \qquad (1)$$

Em que:

Ti: tempo de irrigação (min);

ECA: é a evaporação estimada a partir do tanque classe A (mm);

kp: coeficiente do tanque;

kc: coeficiente da cultura;

A: a área de influência do microaspersor;

Ei: a eficiência de irrigação (adimensional);

q_{vi}: é a vazão por microaspersor.

A lâmina de irrigação aplicada após o fim da suspensão da irrigação (fim dos veranicos), portanto aos 33, 37 e 41 DAP nos tratamentos, T_2; T_3 e T_4, respectivamente, foi quantificada somente a partir da evaporação medida no tanque classe "A" nas 24 h que

antecederam o fim da suspensão hídrica. Do mesmo modo, as demais lâminas diárias até o dia da colheita.

O coeficiente da cultura utilizado (*kc*) para as três fases do ciclo da cultura foi o mesmo sugerido pela Embrapa: da germinação ao início da floração kc = 0,69, floração kc = 1,28, desenvolvimento das vagens até a maturação 1,04.

4.2.5 *Aplicação do esterco bovino*

O esterco bovino foi incorporado ao solo, em conformidade com os tratamentos, nas dosagens de adubação orgânica (0, 15, 30 e 45 t ha^{-1}), aplicado de uma só vez aos 07 dias após a germinação do feijão, Figura 16.

A caracterização química da fonte de matéria orgânica (esterco bovino) apresentou o seguinte resultado: N = 28,42 $g.kg^{-1}$; P = 6,40 $g.kg^{-1}$; K = 14,42 $g.kg^{-1}$; Ca = 22,81 $g.kg^{-1}$; Mg = 12,12 $g.kg^{-1}$; S = 4,17 $g.kg^{-1}$; Fe = 1810 $g.kg^{-1}$; Zn = 97 $g.kg^{-1}$; Cu = 25 $g.kg^{-1}$; B = 59 $g.kg^{-1}$; Na = 2500 $g.kg^{-1}$; matéria orgânica, 59%; relação C/N = 12; e pH = 7,3.

Figura 16 – Aplicação das doses de esterco bovino no plantio consorciado de capim e feijão na área experimental. Quixadá, Ceará, 2016.

Fonte: elaborada pelo autor.

4.2.6 *Variáveis analisadas*

Após a colheita das vagens do feijão, realizaram–se a coleta de dados das variáveis: número de vagens por planta de feijão (NVP), comprimento de vagens (CV), número de sementes por vagem (NSV), massa de cem sementes (MCS) e massas fresca e seca

da parte aérea do feijão (MFF e MSF) e do capim (MFC e MSC), ambas aos 70 DAP, Figuras 17 e 18.

Figura 17 – Ponto de maturação das vagens do feijão e desenvolvimento do capim, aos 65 dias após o plantio. Quixadá, Ceará, 2016.

Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 18 – Coleta de plantas para quantificação de número de vagens por planta de feijão, comprimento de vagens, número de sementes por vagem e massa de cem sementes. Quixadá, Ceará, 2016.

Fonte: elaborada pelo autor.

Para análise das massas fresca e seca da parte aérea do feijão e do capim foi realizado um corte no colo da planta após a retirada das vagens do feijão, Figura 19. O material foi pesado a fim de se determinar a massa fresca e posteriormente seco em estufa de ventilação forcada a 70 ^{o}C até atingir massa constante. Em seguida, foram pesadas para a obtenção de massa seca.

Figura 19 – Coleta de amostras para medição das massas fresca e seca do feijão e do capim. Quixadá, Ceará, 2016.

Fonte: elaborada pelo autor.

Em complemento, para uma maior divulgação da tecnologia de cultivo do consórcio visando–se, além da produção de grãos de feijão, a produção de forragens de feijão e capim para uso por caprinos, constitui–se uma área modelo na fazenda Bom Jardim, com 8 piquetes rotacionados cultivados com o consórcio, que foi aberta para visitação para técnicos e produtores regionais, APÊNDICES C a G.

4.2.7 *Análises estatísticas*

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F e quando significativos aos níveis de 1 ou 5% foi realizado teste de Tukey (dados qualitativos, veranicos) e análise de regressão (dados quantitativos, dosagens de esterco), para isso utilizou–se o software Assistat.

Na análise de regressão, as equações que melhor se ajustarem aos dados foram escolhidas com base na significância dos coeficientes de regressão a 0,01 (**) e 0,05 (*) de probabilidade pelo teste F e no maior coeficiente de determinação (R2). Quando alguma interação entre os fatores foi significativa, pelo teste F, elaboraram–se gráficos de superfície de resposta.

4.3 Resultados e discussão

Os resultados do resumo da análise da variância (ANOVA) para as variáveis número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens (CV), número de sementes por vagem (NSV) e massa de cem sementes de feijão (PCS) podem ser observados na Tabela 9. Verifica–se que para a variável NVP houve diferença significativa em nível de 1% para o fator período dos veranicos. Já para a variável CV, observaram–se diferenças significativas com os fatores períodos de veranico (V) e doses de esterco (E), bem como para com a interação entre estes, V x E. Com relação ao NSV, este apresentou diferença significativa para com os períodos de veranico e para a interação entre os dois fatores. Adicionalmente, o PCS apresentou diferença significativa quanto ao fator doses de esterco, em nível de 5%, e quanto a interação dos fatores, V x E, em nível de 1% de significância.

Tabela 9 – Resumo da análise de variância para os dados de número de vagens por planta (NVP), comprimento de vagens (CV), número de sementes por vagem (NSV) e massa de cem sementes de feijão (PCS), em função de veranicos e dosagens de esterco. Quixadá, Ceará, 2016.

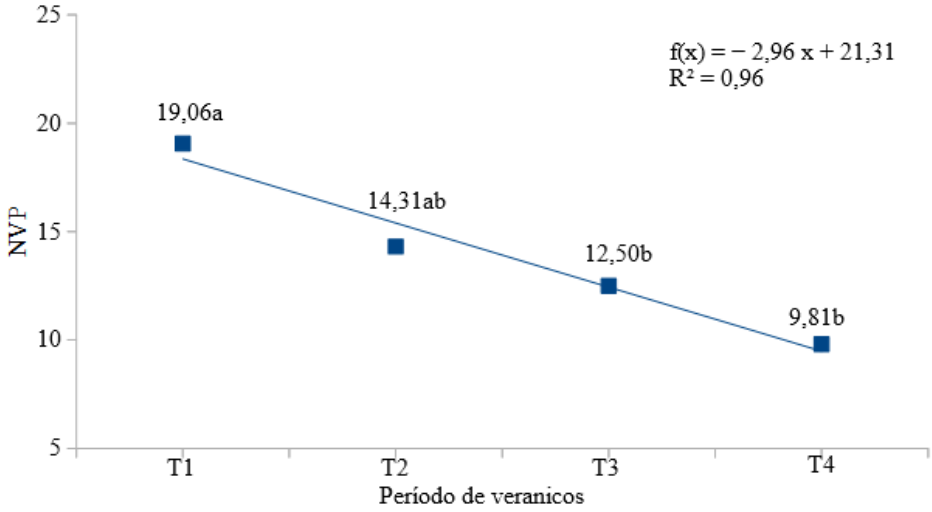
Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		NVP	CV	NSV	PCS
Blocos	3	339.89063**	7.32824**	19.13932**	1.01636**
Período de veranicos (V)	3	242.59896**	2.08701**	2.56641**	05783^{ns}
Resíduo (V)	9	29.54340	0.10940	0.11502	04763
Parcelas	15				
Doses de Esterco (E)	3	3.01563^{ns}	1.71540**	0.68099^{ns}	08413*
Interação V x E	9	8.39063 ^{ns}	0.60479**	1.53168**	08949**
Resíduo (E)	36	1379688	0.10144	0.28776	01942
CV % (Veranico)		39.04	2,12	2,64	5,96
CV% (Esterco)		26.68	2,04	4,17	3,81
Total	63				

Fonte: elaborada pelo autor.
GL– Grau de liberdade; CV – Coeficiente de variação; NS – Não significativo; ** – Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; * – Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Os valores médios do número de vagens por planta de feijão são demonstrados na Figura 20. O resultado da comparação das médias do NVP pelo teste Tukey indicou que a

maior produção foi de 19,06a vagens por planta, no tratamento T_1, portanto, obtido com as plantas que não foram submetidas às simulações de veranicos. Entretanto, esse valor não diferiu estatisticamente do obtido com as plantas do tratamento $T_{2,}$ ou seja, quando o veranico foi de 12 dias, onde se obteve uma produção de 14,31ab vagens por planta, embora T1 tenha diferido de T_3 e T_4, com as quais se obtiveram produções de 12,5b e 9,81b vagem por planta, respectivamente. As reduções percentuais foram T_2 com 12 dias de veranicos foi de 24,92%, T_3 com 16 dias de veranicos 34,41% e T_4 ou seja 20 dias de veranicos obteve uma redução 48,53% em comparação com T_1 plantas que não tiveram veranicos.

Figura – 20 Número de vagens por planta em função da duração do veranicos. Quixadá, Ceará, 2016.



Fonte: elaborada pelo autor.

A redução do número de vagens por planta com o aumento da duração de veranicos pode ser explicada pela redução da taxa de evapotranspiração, afetando importantes processos fisiológicos (durante as fases de crescimento e início da floração), devido a consequente redução na produção de carboidratos.

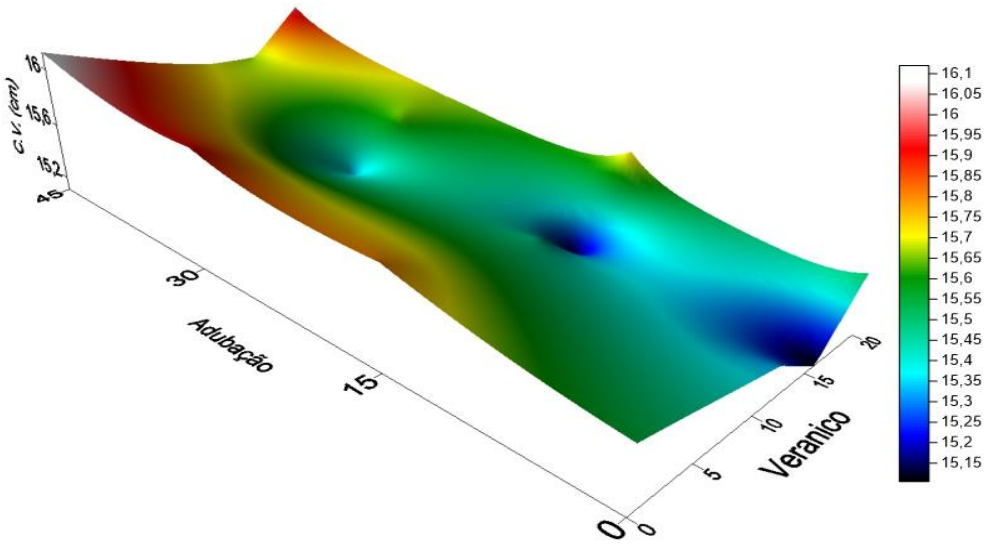
O abortamento das flores e, consequentemente, a redução no número de vagens por consequência do aumento do período de veranico resulta em uma menor produção de grãos por unidade de área. Do mesmo modo, Bezerra *et al*. (2003) observaram, em experimento realizado com feijão caupi, que os tratamentos com déficit hídrico de 50% no estádio de floração foram os que apresentaram o menor número médio de vagens por planta.

O fato das plantas que foram submetidas a doze dias de veranicos não terem apresentadas diferença estatística para as que não foram submetidas ao veranico, pode ser explicada pelo relato de Leite e Virgens Filho (2004), ao mencionarem que o feijão caupi

apresenta boa capacidade de adaptação à seca com recuperação após estiagem, embora esta capacidade varie entre os cultivares e os estádios de desenvolvimento em que os veranicos ocorrem.

Na Figura 21 está representada a superfície de resposta do comprimento das vagens em função da interação dos fatores duração do veranico e níveis de adubação, onde se pode observar que o maior comprimento médio 16,12cm, ocorreu quando não houve veranico e a dose de esterco foi a mais elevada, 45 t ha^{-1}. Isto pode ser explicado pela maior possibilidade das plantas sob essas condições de produzirem carboidratos e, consequentemente, fotoassimilados. Condições ideais de água no solo e de fertilização possibilitam elevadas taxas de fotossíntese (CAMPOS *et al*., 2004).

Figura – 21 Superfície de resposta do comprimento das vagens, obtida em função da duração do veranico e diferentes doses de adubação. Quixadá, Ceará, 2016.



Fonte: elaborada pelo autor.

Por outro lado, também ocorreram valores elevados do comprimento das vagens das plantas submetidas ao maior veranico, de 20 dias. Possivelmente, isto ocorreu devido ao fato de que quando as plantas retornaram a receber água, com o fim do veranico aos 41 DAP, estas por estratégias de sobrevivência emitiram poucas flores e, consequentemente, poucas vagens foram formadas, direcionando prioritariamente os carboidratos produzidos para o pequeno número de vagens constituídas, como se observou anteriormente (SANTOS *et al*., 2010).

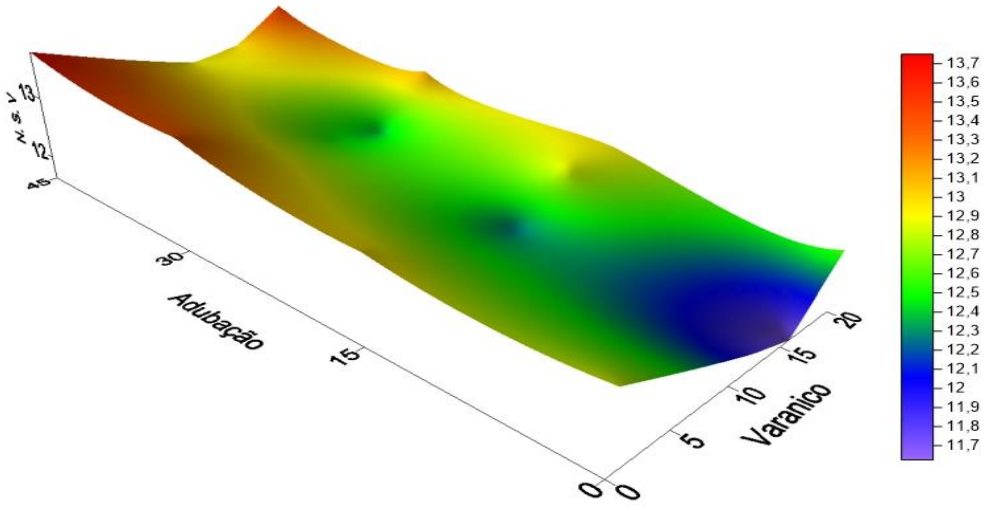
A elevação das doses de esterco possibilitaram maiores comprimento e número de

sementes por vagem, demonstrando a vantagem dessa técnica quanto a fertilização da cultura e, possivelmente, no favorecimento a disponibilização hídrica devido a absorção da água pelo esterco e, consequentemente redução da evaporação favorecendo as taxas evapotranspirativas.

Segundo Epstein e Bloom (2006), a adição de matéria orgânica ajuda na acumulação de compostos orgânicos osmoticamente compatíveis em condições de estresse, o que reflete na capacidade de algumas espécies de se ajustarem osmoticamente às condições adversas. Segundo Munns *et al.* (2006), a acumulação desses solutos provoca a diminuição do potencial hídrico da planta, facilitando a absorção de água e protegendo as estruturas celulares.

A superfície de resposta do número de semente por vagens em função da duração do veranico, para diferentes doses de adubação, está representada na Figura 22, tendo apresentada tendência próxima a observada com o comprimento das vagens. Possivelmente, em estratégia de sobrevivência, as plantas do feijoeiro afetadas pelo estresse hídrico mais significativo reduziram o número de vagens, entretanto, possibilitaram a estas uma quantidade significativa de carboidratos, o que permitiu a mesmas formarem um significativo número de sementes.

Figura – 22 Superfície de resposta do número de sementes por vagem, obtida em função do período de veranico e diferentes doses de adubação. Quixadá, Ceará, 2016.



Fonte: elaborada pelo autor.

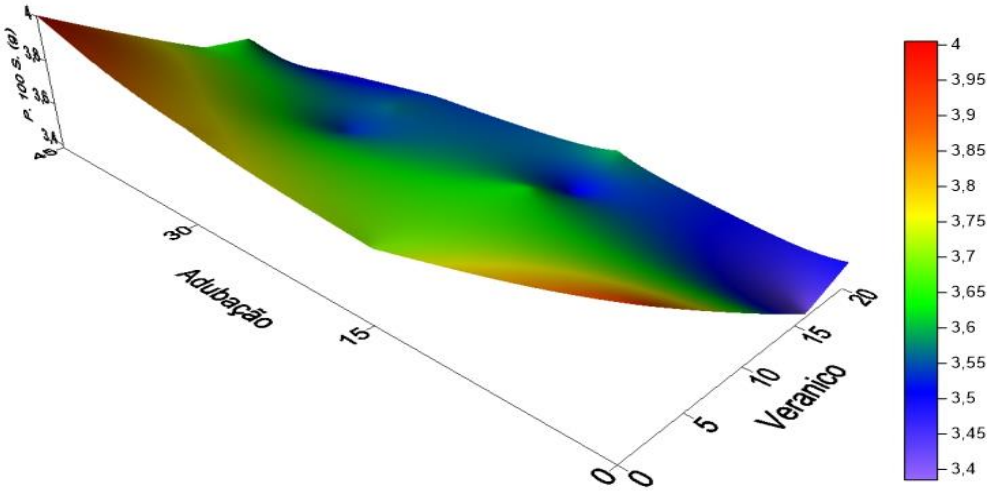
Como já dito, o feijoeiro Caupi apresenta redução no crescimento, no número de folhas e na massa seca da parte aérea como estratégias de sobrevivência nas condições de estresse hídrico, como comentado por Sousa *et al* (2015). Santos *et al*. (2010), em estudo

realizado em plantas de feijão caupi variedade Marataoã, observou que quando submetidas ao estresse hídrico durante 8 dias antes da prefloração, o número de sementes por vagens foi afetado. Esse resultado reforça a ideia que alguns genótipos podem ter mecanismos mais eficientes de adaptação à seca.

Isto reforça também os comentários de Santos *et al*. (2016), ao reportarem que na região semiárida, o feijão–de–corda deve ser utilizado em substituição ao feijão–comum por se tratar de uma espécie rústica e mais adaptada às condições de clima e de solo dessa região.

As variações desta em função do período de veranicos e das doses de esterco, dentro de cada período, se encontram–se no gráfico de superfície de resposta na Figura 23.

Figura – 23 Superfície de resposta da massa de 100 sementes, obtidos em função do período de veranicos e diferentes doses de adubação. Quixadá, Ceará, 2016.



Fonte: elaborada pelo autor.

Pode–se observar que o aumento no período de veranico provocou uma redução no massa de 100 sementes. Ou seja, o crescimento dos grãos tem pouca tolerância a período de veranicos prolongados. Também se constatou que, de um modo geral, a dose de esterco pouco contribuiu para amenizar a redução do massa de 100 sementes.

Do mesmo modo, Mendes *et al*. (2007), a ocorrência de deficiência hídrica resultou em reduções no massa de 100 sementes. Em média, essas perdas foram em torno de 37,5% quando o déficit hídrico foi aplicado na fase vegetativa e de 49,0% na fase reprodutiva, mostrando que na fase reprodutiva seus efeitos são mais críticos.

Esse resultados também corroboram com Endres *et al*. (2010), que constataram

que o déficit hídrico causa redução no rendimento de grãos, independentemente do estádio fenológico em que este ocorre; entretanto, os mesmos ressaltam que o estresse ocorrido na fase reprodutiva tem efeitos mais danosos para a planta.

Em síntese, analisando–se em agrupamento as variáveis até aqui expostas, pode–se verificar que o aumento do período de veranico diminuiu o número de vagens por planta e o massa de 100 sementes. Entretanto, a sua intensificação não reduziu consideravelmente o comprimento das vagens e o número de sementes por vagens. Possivelmente, como já comentado, as plantas do feijoeiro desenvolveram estratégias de sobrevivência, após o fim dos veranicos, abortando flores e, consequentemente, reduzindo o número de vagens para possibilitarem uma maior quantidade de fotoassimilados por vagem. Em decorrência, nas plantas submetidas ao veranico mais prolongado, observaram–se um número considerável de sementes por vagem, porém de menor massa.

Em conformidade ao exposto, para Campos *et al*. (2004), as respostas das plantas podem diferir entre espécies, cultivares, tecidos analisados, duração e intensidade do estresse. E para Ribeiro *et al*. (2004), as diferentes reações de cada genótipo a essas variações permitem que ele possa tolerá–las quando em níveis críticos mantendo, ainda assim, taxas adaptadas de fotossíntese. Por isso, o conhecimento da resposta da planta ao déficit hídrico, e da relação entre consumo de água e produtividade, é fundamental para o manejo adequado da cultura visando à alta produtividade (NASCIMENTO *et al*., 2004).

Na Tabela 10, se podem observar os resultados do resumo da análise de variância (ANOVA) para as variáveis da parte aérea do feijão: matéria fresca do feijão (MFF), matéria seca do feijão (MSF), matéria fresca do capim (MFC) e matéria seca do capim (MSC).

Tabela – 10 Resumo da análise de variância para os dados de matéria fresca do feijão (MFF), matéria seca do feijão (MSF), matéria fresca do capim (MFC), matéria seca do capim (MSC).

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		MFF	MSF	MFC	MSC
Blocos	3	6013.09896^{ns}	130.43750^{ns}	43336.02083**	2522.72917*
Veranicos (V)	3	49475.68229**	532.68750*	9502.85417**	3993.35417*
Resíduo (V)	9	4343.47396	116.78472	1023.75694	592.85417
Parcelas	15				

Continua

Tabela – 10 Resumo da análise de variância para os dados de matéria fresca do feijão (MFF), matéria seca do feijão (MSF), matéria fresca do capim (MFC), matéria seca do capim (MSC).
Continuação

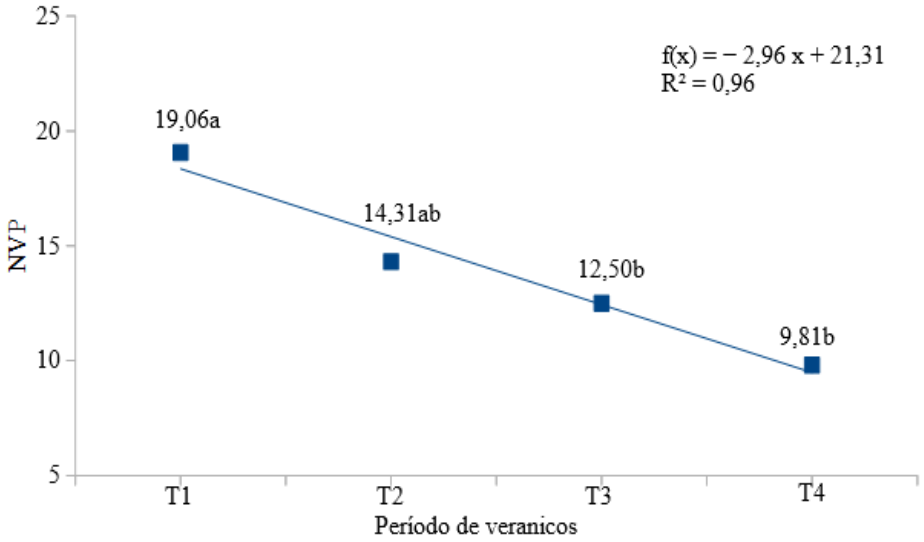
Doses de Esterco (E)	3	50395.80729**	1976.77083**	15739.68750**	10947.68750**
Interação V x E	9	2633.57118^{ns}	123.28472*	3926.20139^{ns}	3068.75694*
Resíduo (E)	36	1922.39410	55.53125	1959.04514	1068.43403
CV % (Veranico)		25,77	15,80	11,22	17.57
CV% (Esterco)		17,15	10.89	15,52	23.58
Total	63				

Fonte: elaborada pelo autor.
GL– Grau de liberdade; CV – Coeficiente de variação; NS – Não significativo; ** – Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; * – Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

A MFF apresentou diferença significativa para os fatores período de veranico (V) e doses de esterco (E), em nível de 1%, mas não para a interação desses fatores, V x E. Já com a variável MSF, obtiveram–se diferenças significativas para os fatores V e E e para a interação entre estes. Com relação a variável MFC, observaram–se diferenças significativas para os dois fatores, mas não para a interação entre os mesmos. E, com a MSC, ocorreram diferenças significativas para os fatores V e E e para a interação entre estes, V x E.

Na Figura 24, se pode observar a massa da matéria fresca da parte aérea do feijão em função da duração dos veranicos, em g planta^{-1}. A partir da comparação das médias observaram–se efeitos significativos, sendo que o tratamento T_1 diferiu estatisticamente dos tratamentos T_2, T_3 e T_4, entretanto, estes não diferiram entre si. Mas, apesar de não diferirem estatisticamente, as produções de matéria fresca da parte aérea do feijão (MFPA) foram decrescentes na medida em que se aumentou o período de veranico, com valores de 257,06; 238 e 197,43 g por planta. Em comparação com a média do tratamento T_1, as reduções na produção de matéria fresca foram de 22,18%; 27,9% e 40,2%, para os tratamentos T_2, T_3 e T_4 respectivamente. Nascimento; Pedrosa; Tavares Sobrinho (2004) também relataram redução de produtividade em função de deficiência hídrica.

Figura – 24 Massa da matéria fresca do feijão em função dos períodos de veranicos. Quixadá, Ceará, 2016.

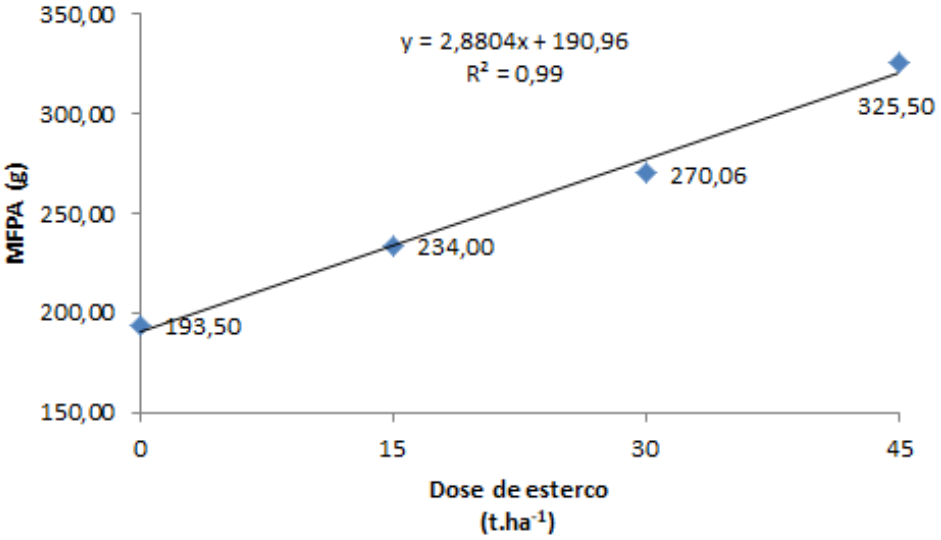


Fonte: elaborada pelo autor.

Em resultado assemelhado, Sousa *et al*. (2009) verificaram que a intensificação do estresse hídrico em feijoeiro amplia as reduções na matéria fresca, sendo estas mais severas quando ocorrem nas fases de floração e de frutificação. Complementarmente, Guimarães *et al*. (2006), também constataram que as consequências da deficiência hídrica nas plantas é tanto maior quanto maiores forem o período de suspensão de fornecimento de água as raízes.

Na Figura 25, se pode observar a relação produção da massa fresca da parte aérea do feijão em função da aplicação de doses de esterco de bovino. Observou–se uma tendência linear crescente, ou seja, na medida em que a dosagem de esterco se elevou a MFF também se elevou. O menor valor encontrado foi de 190,96 g planta^{-1}, quando não se aplicou esterco, e o maior foi de 320,57 g planta^{-1}, com a dosagem de 45 t ha^{-1}. Os incrementos percentuais foram de 22,62%, 45,25% e 67,87% para as doses de 15; 30 e 45 toneladas de esterco bovino por hectare respectivamente, em comparação com o feijoeiro que não recebeu adubo.

Figura – 25 Massa da matéria fresca do feijão em função das doses de adubo. Quixadá, Ceará, 2016.



Fonte: elaborada pelo autor.

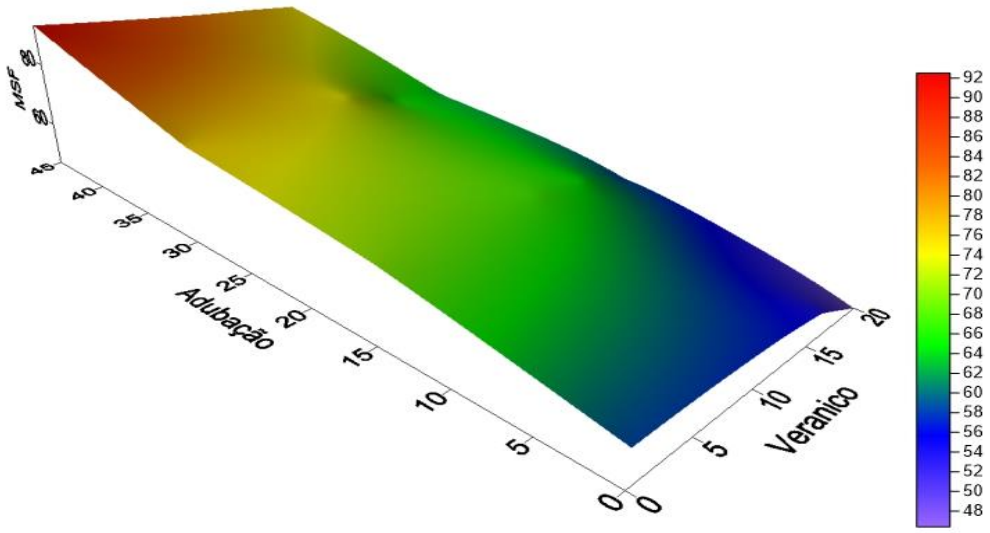
A elevação da produção de matéria seca com o aumento da dosagem de esterco comprova a afirmativa de Sousa *et al*. (2012), que para este, a riqueza nutricional e biológica que os compostos orgânicos conferem ao solo e às plantas auxiliam de sobremaneira no cultivo de plantas em sistemas orgânicos, permitindo melhorar as qualidades químicas, físicas e biológicas do solo e propiciando um crescimento vegetativo adequado à obtenção de produções técnicas e economicamente viáveis.

A superfície de resposta da massa seca da parte aérea do feijão (MSF) em função da duração do veranico, para as diferentes doses de adubação, está apresentado na Figura 26. Como se pode observar, houve decréscimo no massa da matéria seca na medida em que se aumentou a duração dos veranicos, porém as maiores doses de esterco mitigaram os efeitos adversos do estresse hídrico causado pelos veranicos. Ou seja, a dose de esterco bovino foi diretamente proporcional a massa seca da parte aérea o feijoeiro dentro do mesmo período de veranico.

O maior valor da MSF foi de 130,7 g planta^{-1} observado nas plantas que não foram submetidas a deficiência hídrica e tiveram a maior adubação orgânica, 45 t ha^{-1} de esterco bovino. O menor valor foi de 49,77 obtido com as plantas do tratamento submetidas a um veranico de 20 dias de duração e não adubadas. Em conformidade, com Leite e Virgens Filho (2004), sob condições de déficits hídricos mais prolongados, as plantas diminuem seu crescimento, evidenciando um período de repouso fisiológico, podendo retomar suas atividades após o final do período estressado. Já Mendes *et al*. (2007) não constataram efeito

significativo do estresse hídrico aplicado na fase vegetativa na produção de matéria seca da parte aérea da cultivar EPACE 10.

Figura – 26 Superfície de resposta da massa da matéria seca do feijão obtidos em função do período de veranicos e diferentes doses de adubação. Quixadá, Ceará, 2016.

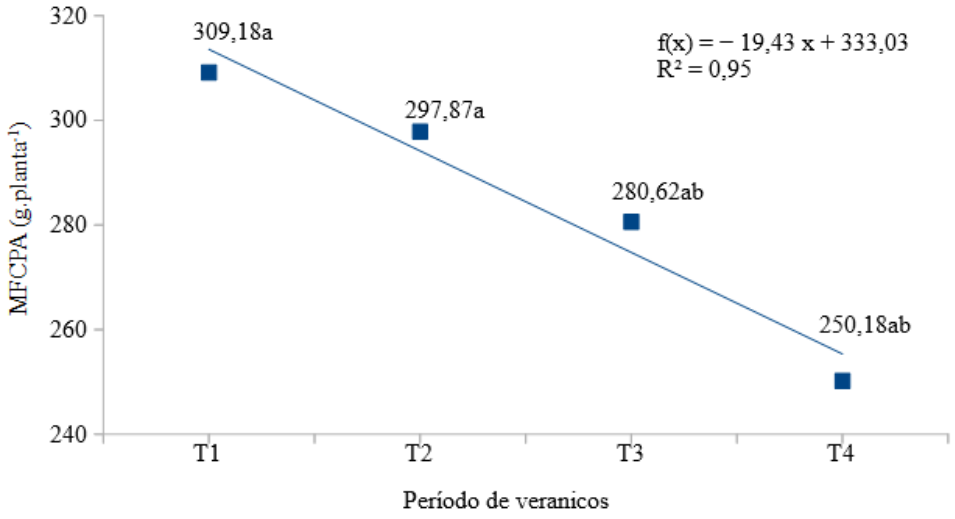


Fonte: elaborada pelo autor.

A aplicação de doses mais elevadas de esterco reduziu o efeito do estresse ocasionado pela supressão hídrica na MSF. Isto se deve, dentre outros motivos, ao fato do fornecimento de matéria orgânica pelo esterco, e de nutrientes, proporcionar uma maior retenção de umidade para as raízes do feijão e uma melhor fertilização para o desenvolvimento da planta (BAALOUSHA *et al.*, 2006; BLANK *et al.*, 2007 e DIAS *et al.*, 2015).

Na Figura 27, se pode observar que o maior e o menor valor da MFC foi de 309,18 e 253,18 g cova^{-1}, observados com as plantas dos tratamentos T_1 e T_4, respectivamente. Na comparação das médias, esses dois tratamentos diferiram estatisticamente.

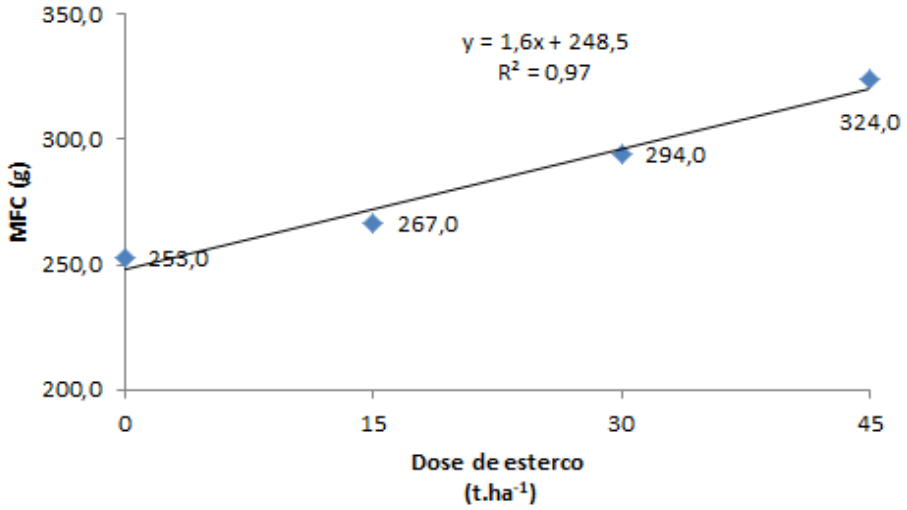
Figura – 27 Matéria fresca do capim em função dos períodos de veranicos. Quixadá, Ceará, 2016.



Fonte: elaborada pelo autor.

Consta na Figura 28, a variação da matéria fresca do capim em função das diferentes doses de adubo. Do mesmo modo que com a variável MFF, observou–se uma tendência linear crescente, ou seja, na medida em que a dosagem de esterco se elevou a MFC também se elevou. O menor valor encontrado foi de 248,5 g planta^{-1}, quando não se aplicou esterco, e o maior foi de 320,5 g planta^{-1}, com a dosagem de 45 t ha^{-1}. O resultado obtido está em conformidade com outros autores sobre a importância da utilização de insumos orgânicos ao solo. Estes contribuem para a melhoria química, física e biológica do solo (BAALOUSHA *et al.*, 2006; BLANK *et al.*, 2007)

Figura – 28 Matéria fresca do capim em função das diferentes doses de adubo. Quixadá, Ceará, 2016.

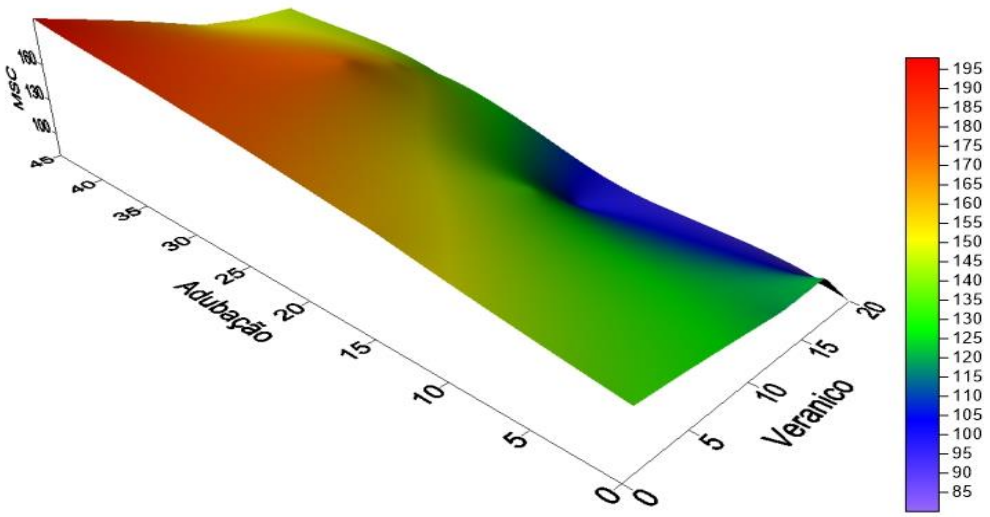


Fonte: elaborada pelo autor.

A superfície de resposta da matéria seca do capim (MSC) em função do período de veranicos, para as diferentes doses de adubação, está apresentada na Figura 29. Como se pode visualizar, houve decréscimo no massa da matéria seca na medida em que se aumentou a duração do veranico, porém quanto maior foi a dose de esterco aplicada, normalmente, maior foi o massa da matéria seca, nos diferentes períodos de duração do veranico. Ou seja, houve uma mitigação dos efeitos do estresse hídrico na medida em que se elevou a quantidade de matéria orgânica aplicada para a fertilização, provavelmente, pela melhor nutrição das plantas.

Esse resultado reforça as conclusões de Cavalcante *et al*., (2010), ao discorrer que além dos efeitos promovidos na estruturação física do solo, o esterco bovino forma uma camada de impedimento às perdas elevadas de água por evaporação, o que possibilita às células vegetais permanecerem túrgidas por mais tempo em relação às plantas que não receberam o insumo.

Figura – 29 Superfície de resposta da matéria seca do capim em função do período de veranicos, para diferentes doses de adubação. Quixadá, Ceará, 2016.



Fonte: elaborada pelo autor.

4.4 Considerações finais

O aumento do período de duração dos veranicos reduziu todas as produtividades analisadas;

As plantas de feijoeiro desenvolveram estratégias de sobrevivência consequentemente, reduzindo o número de vagens para possibilitarem um maior número de sementes por vagem e maior comprimento destas;

A aplicação de doses mais elevadas de esterco mitigou o efeito do estresse hídrico provocado pelos veranicos na maioria das variáveis analisadas.

5 CONCLUSÃO GERAL

O aumento do período de duração dos veranicos reduziu todas as produtividades analisadas;

As plantas de feijoeiro desenvolveram estratégias de sobrevivência consequentemente, reduzindo o número de vagens para possibilitarem um maior número de sementes por vagem e maior comprimento destas;

A aplicação de doses mais elevadas de esterco mitigou o efeito do estresse hídrico provocado pelos veranicos na maioria das variáveis analisadas.

O aumento do período de duração dos veranicos reduziu todas as produtividades analisadas;

As plantas de feijoeiro desenvolveram estratégias de sobrevivência consequentemente, reduzindo o número de vagens para possibilitarem um maior número de sementes por vagem e maior comprimento destas;

A aplicação de doses mais elevadas de esterco mitigou o efeito do estresse hídrico provocado pelos veranicos na maioria das variáveis analisadas.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. M. B.; SILVA, E. M.; RICKES, C. P. *Downscaling* dinâmico de precipitação e veranicos no estado do Ceará. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v.2 , n.4, p.385–393, 2017.

ARAGÃO, M. F. et al. **Cobertura vegetal nas precipitações atmosféricas e nos veranicos agrícolas no semiárido cearense** III Inovagri international meeting **Anais**...Fortaleza, CE: 2015.

ARAÚJO, E. N. DE. et al. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.5, p.466–470, 2007.

ASSAD, E.D. et al. Veranicos na região dos cerrados brasileiros frequência e probabilidade de ocorrência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 28 n.9 p. 993–1003, 1993.

BAALOUSHA, M.; HEINO, M.M.; LE COUSTUMER, B.K. Conformation and size of humic substances: effects of major cation concentration and type, pH, salinity and residence time. Colloids and surfaces. **Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 222, n. 1–2, p. 48–55, 2006.

BARRON, J. et al. Dry spell analysis and maize yields for two semi–arid locations in east Africa. **Agricultural and Forest Meteorology,** v.117, p.23–27. 2003.

BATISANI, N; YARNAL, B. Rainfall variability and trends in Semi–Arid Botswana: Implications for climate change adaptation policy. **Applied Geography**, v. 30, n. 4, p. 483–489, 2010.

BEZERRA, F. M. L. et al. Feijão caupi e déficit hídrico em suas fases fenológicas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, n. 1, p. 5 – 10, 2003.

BEZERRA, A. A. C. et al. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão–caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, n. 1, p. 85–93, 2008.

BLANK, A. F.et al. Densidades de plantio e doses de biofertilizante na produção de capim–limão. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 343–349, 2007.

CAMPOS, A. D. et al. Atividade de peroxidase e polifenoloxidase na resistência do feijão à antracnose. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.637–643, 2004.

CAVALCANTE, L. F. et al. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 01, p. 251–261, 2010.

CARVALHO, D. F. et al. Espacialização do período de Veranico para diferentes níveis de perda de produção na cultura do milho, na Bacia do Rio Verde Grande, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 2, p. 172–176, 2000.

CASTELLETTI, C.H.M.; COSTA, A.F. DA. Feijão–caupi: alternativa sustentável para os sistemas produtivos. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**. Recife, v.18, n.1, p.1–2, 2013.

CASTRO, T. N. **Modelo de previsão sazonal de chuva para o Estado do Ceará baseado em redes neurais artificiais**.[s.l.] Universidade Federal do Ceará, 2011.

CEARÁ. **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca– PAE–CE**. Disponível em: http://www.mediafire.com/?4oe4dwujz3r4rdy. Acesso em: 10 Out. 2016.

CHERR, C.M.; SCHOLBERG, J.M.S.; MCSORLEY, R. Green manure approaches to crop production: a synthesis. **Agronomy Journal**, v.98, p.302–319, 2006.

COSTA, A. S. V.; SILVA, M. B. Sistemas de consórcio milho feijão para a região do vale do rio doce, Minas Gerais. **Ciência Agrotécnica**, v. 32, n. 2, p. 663 – 667, 2008.

COSTA, M. N. X. et al. Influência de doses e épocas de adubação nitrogenada na produção estacional do capim *Brachiaria humidicola.* **Boletim de Industria Animal,** N. Odessa, v. 58, n. 2, p. 153–167, 2001

COUTINHO M.J.F.A. et al. A pecuária como atividade estabilizadora no semiárido Brasileiro. **Veterinária e Zootecnia,** v.20, n.3, p..9–17, 2013.

DENI, S. M.; JEMAIN, A. A.; IBRAHIM, K.. Mixed probability models for dry and wet spells. **Statistical Methodology**, v.6, p.290–303, 2009.

DIAS, C. N. et al. Produtividade e qualidade do morangueiro sob dois ambientes e doses de biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Ambiental**, v.19, n.10, p.961–966, 2015.

DENI, S. M.; JEMAIN, A. A.; IBRAHIM, K.. Mixed probability models for dry and wet spells. **Statistical Methodology**, v.6, p.290–303, 2009.

DINIZ, M. DE C. S. et al. Uma visão geral da ocorrência de maior veranico e duração de períodos de estiagens observados na quadra chuvosa na microrregião de Petrolina–PE. **Revista Sodebras,** v. 1, n. 3, 2006.

EMBRAPA. **Produção e resistência para pecuária**. Disponível em: https://www.embrapa.br/documents/1355008/1528459/Folder+Zuri.pdf/e89a784d–fe75–47ff–8a79–6065f85b8fb5. Acesso em: 21 Ago. 2016.

ENDRES, L. et al. Gas exchange alteration caused by water deficit during the bean reproductive stage. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v.14, p.11–16, 2010.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas**. 2.ed. Londrina, PR: Planta, 2006. 401p.

FARIAS, C. H. DE A. et al. Índices de crescimento da cana–de–açúcar irrigada e de sequeiro no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.4, p.356–362, 2008.

FERNANDES, F. B. P. **Disponibilidade hídrica para a cultura do feijão–de–corda em função do manejo de solo no semiárido cearense**. [s.l.] Universidade Federal do Ceará,

2014.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. DA S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região nordeste do Brasil e a influência dos oceanos pacífico e atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, vol. 1, n. 1.p.15–28, 2005.

FIDELIS FILHO, J.; RAO, T. V. R.; NOBREGA, J. Q. **Probabilidade de ocorrência de veranicos no período chuvoso na região de Lagoa Seca**. Congresso Brasileiro de Meteorologia. **Anais**... Brasília, DF: 1998.

FUNCEME. **Sistemas meteorológicos causadores de chuva na região nordeste do Brasil**. Disponível em: http://www.funceme.br/produtos/script/chuvas/Grafico_chuvas_postos_pluviometricos/entender/entender2.htm. Acesso em: 10 Out. 2017.

FUNCEME. **Zoneamento geoambiental**. Disponível em: http://www.funceme.br/index.php/areas/17-mapas-tem%C3%A1ticos/543-zoneamento-geoambiental. Acesso em: 14 Out. 2017.

GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; BRUNINI, O. Adaptação do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris L.*) à seca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v.10, p.70–75, 2006.

HEINEMANN, A. B.; STONE, L. F.; SILVA, S. C. Feijão. In: MONEIRO, J. E. B. A. (Ed.).. **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009. p.183–201.

IBGE. **Áreas Especiais: Cadastro de Municípios localizados na Região Semiárida do Brasil**. Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/semiarido.shtm?c=4. Acesso em: 13 nov. 2017

INPE. **Monitoramento Global**. Disponível em: http://clima1.cptec.inpe.br/monitoramentoglobal/pt. Acesso em: 10 out. 2017

IPLANCE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Disponível em: http://www.ipece.ce.gov.br/. Acesso em: 24 ago. 2016.

LANA, X. et al. Spatial and temporal patterns of dry spell lengths in the Iberian Peninsula for the second half of the twentieth century. **Theoretical Applied Climatology**, v.91, p.99–116, 2008.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. 3. ed. São Carlos, SP. Editora Rima, 2006. p. 529

LEITE, M. L.; VIRGENS FILHO, J. S. Produção de matéria seca em plantas de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) submetidas a déficits hídricos. **Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, Ponta Grossa, v.10, n.1, p. 43–51, 2004.

LI, J. et al. Early spring dry spell in the southeastern margin of the Tibetan Plateau. **Journal of the Meteorological Society of Japan**, *v.*89, n.1, 1–13, 2011.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. 2. ed. Brasília, DF: MMA, 2006.

MENDES, R. M. S. et al. Relações fonte–dreno em feijão–de–corda submetido à deficiência hídrica. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 1, p. 95–103, 2007.

MENEZES, H. E. A. et al. A relação entre a temperatura da superfície dos oceanos tropicais e a duração dos veranicos no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 23, n. 2, p. 152–161, 2008.

MENEZES, H. E. A.; BRITO, J. I.; LIMA, R. A. F. A. Veranico e a produção agrícola no Estado da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v.14, n.2, p.181–186, 2010.

MENEZES, H. E. A. et al. Influência de veranico na produção agrícola no município de Santa Filomena, Piauí, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10. n. 4, p. 21–25, 2015.

MUNNS, R.; JAMES R. A.; LÄUCHLI A. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. **Journal of Experimental Botany**, v.57, p.1025 – 1043, 2006.

NASCIMENTO, J. T.; PEDROSA, M. B.; TAVARES SOBRINHO, J. Efeito da variação de níveis de água disponível no solo sobre o crescimento e produção de feijão caupi, vagens e grãos verdes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 174–177, 2004.

NCEI. **National Centers for Environmental Information**. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/El–Nino–Regions–Source–National–Centers–for–Environmental–Information–2016_fig28_321163140. Acesso em: 09 set. 2017

NOBILIS, F. Dry spells in the Alpine Country Austria. **Journal of Hydrology**, v,88, p.235–251, 1986.

PERTUSSATTI, C. A. **Veranicos no estado do Mato Grosso: análise da variabilidade espaço–temporal e modelagem estatística**.[s.l.] Universidade de Brasília, 2013.

RAMOS, H. M.M. Produtividade de grãos verdes do feijão–caupi sob diferentes regimes hídricos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.34, n.4, p.683–694, 2014.

REPELLI, C. A.; ALVES, J. M. B. Variabilidade interanual da estação chuvosa no estado do Ceará e a probabilidade de ocorrência de veranicos. Ceará – Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 4, n. 3, p. 107–118, 1996.

RIBEIRO, R. V. et al. Environmental effects on photosynthetic capacity of bean genotypes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 615–623, 2004.

ROCHA, M. M. et al. Controle genético do comprimento do pedúnculo em feijão–caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 3, p. 270–275, 2009.

SANTIAGO, F. DOS S. et al. **Variabilidade de precipitação em assentamentos no Ceará.** VII Encontro Internacional das Águas. **Anais...** Recife, PE. 2013.

SANTOS, A. P. G. et al. Produtividade e qualidade de frutos do meloeiro em função de tipos e doses de biofertilizantes. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p. 409–416, 2014.

SANTOS, C. F.; LIMA, G. P. P.; MORGADO, L. B. Tolerância e caracterização bioquímica em feijão–caupi submetido a estresse hídrico na pré–floração. **Naturalia**, Botucatu, v. 33, p. 34–44, 2010.

SANTOS, F. F. DOS. **Validação de genes candidatos de arroz de terras altas (oryza s ativa l.) para tolerância à seca**.[s.l.] Universidade Federal de Goiás, 2017.

SANTOS, J. M. R. et al. Viabilidade do cultivo consorciado de sorgo sacarino e feijão caupi em barragem subterrânea em regiões semiáridas. **Revista Científica Intelletto**, v.2, n.1, p. 5–15, 2017.

SANTOS, M. A. et al. Desempenho agronômico de milho consorciado com feijão–de–corda em diferentes populações e arranjos de plantas no semiárido mineiro**. Revista Agro@mbiente On–line**, Boa Vista, v.10, n.3, p. 201–208, julho–setembro, 2016.

SILVA, A. G. et al. Consórcio sorgo–soja: influência de sistemas de cortes na produção de forragens de sorgo e soja consorciados na linha e de sorgo em monocultivo, **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. V.27, n.2, p.451–461, mar./abr., 2003.

SILVA, E. B. DA. **Composição mineral e química em *panicum maximum* cv. Brs zuri submetida a diferentes níveis de salinidade e lâminas de irrigação**. [s.l.]Universidade Federal do Ceará, 2017.

SILVA, F. A. S.; RAO, T. V. R. Regimes pluviais, estação chuvosa e probabilidade de ocorrência de veranicos no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 3; p. 453–459, 2002.

SILVA, L. L. et al. Influência das precipitações na produtividade agrícola no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 4, p. 454–461, 2009.

SILVA, M. M.; FERREIRA, V. O. Duração da estação chuvosa e ocorrência de veranicos na bacia do rio Paranaíba, **Revista do Departamento de Geografia da USP**, v. 29, p. 100 – 115, 2015.

SILVA, P. C. G. DA, et al. **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2010.

SILVEIRA, V.P; MENEZES, D. C; COSTA, R. S. **Estudo climatológico de casos de veranicos para as cidades de São Miguel dos Campos e Penedo no estado de Alagoas**. XIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. **Anais**... Santa Maria, RS: 2003.

SOARES, D. B.; NÓBREGA, R. S. Análise espacial e climatológica da ocorrência de veranicos no sertão de Pernambuco, **Revista de Geografia**, v. 27, n. 1, jan/mar. 2010.

SOUSA, C. C. M. DE. et al.Crescimento e respostas enzimáticas do feijoeiro caupi sob estresse hídrico e nematoide de galhas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 113–118, 2015.

SOUSA, G. G. et al. Características agronômicas do amendoinzeiro sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes. **Revista Agroambiente**, v. 6, n. 2, p. 124–132, maio–agosto, 2012.

SOUSA, M. A. et al. Estresse hídrico e profundidade de incorporação do adubo afetando os componentes de rendimento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.39, p.175–182, 2009.

SOUZA, M.W.M. **Intervalo de corte em cultivares de Panicum maximum**. [s.l.] Universidade Federal de Viçosa, 2013.

SOUSA, S. A. V.; PERES, F. C. Programa computacional para simulação da ocorrência de veranicos e queda de rendimento". **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.12, p.1951–1956, 1998.

USMAN, M. T.; REASON, C. J. C. Dry spell frequencies and their variability over southern Africa". **Climate Research**, v.26, p.199–211, 2004.

VIANA, M. C. M. et al, **Produção de milho e análise econômica do sistema de integração lavoura–pecuária–floresta, em propriedades de agricultura familiar, na região central de Minas Gerais.** XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, **Anais**… Goiânia, GO: 2010.

VILELA, L. et al. Sistemas de integração lavoura–pecuária na região do Cerrado **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1127–1138, 2011

VIRMANI, S. M., SIVAKUMAR, M. V. K.; REDDY, S. J. Climatic classification of the semi–arid tropics in relation to farming systems research. In: VIRMANI, S. M., SIVAKUMAR, M. V. K.; REDDY, S. J. Consultants meeting on climatic classification. ICRISAT: Andhra Pradesh, INDIA, 1980. p. 27– 44.

YOUCU, H.et al. The manure applications on the yield, quality and mineral contents of common vetch and barley intercropping mixture. **Ekoloji**, v.19, p.71–81, 2010.

APÊNDICE A – NÚMERO DE OCORRÊNCIAS MENSAIS DE VERANICOS ABRANGENDO TODO O ESTADO DO CEARÁ (1974–2017).

Período	**Duração dos veranicos (Dias)**		
	12	**16**	**20**
fevereiro–74	0	0	0
março–74	0	0	0
abril–74	0	0	0
maio–74	0	0	0
fevereiro–75	0	0	0
março–75	0	0	0
abril–75	0	0	0
maio–75	0	0	0
fevereiro–76	0	0	0
março–76	0	0	0
abril–76	0	0	0
maio–76	**1**	**1**	**1**
fevereiro–77	0	0	0
março–77	0	0	0
abril–77	0	0	0
maio–77	0	0	0
fevereiro–78	0	0	0
março–78	0	0	0
abril–78	0	0	0
maio–78	0	0	0
fevereiro–79	0	0	0
março–79	0	0	0
abril–79	0	0	0
maio–79	0	0	0
fevereiro–80	0	0	0
março–80	0	0	0
abril–80	0	0	0
maio–80	**1**	**1**	0
fevereiro–81	0	0	0
março–81	0	0	0
abril–81	**2**	**1**	**1**
maio–81	0	0	0
fevereiro–82	0	0	0
março–82	0	0	0
abril–82	0	0	0
maio–82	0	0	0
fevereiro–83	0	0	0
março–83	0	0	0
abril–83	1	0	0

Continua

Continuação

Período	Duração dos veranicos (Dias)		
	12	**16**	**20**
maio–83	1	1	1
fevereiro–84	0	0	0
março–84	0	0	0
abril–84	0	0	0
maio–84	0	0	0
fevereiro–85	0	0	0
março–85	0	0	0
abril–85	0	0	0
maio–85	0	0	0
fevereiro–86	0	0	0
março–86	0	0	0
abril–86	0	0	0
maio–86	0	0	0
fevereiro–87	0	0	0
março–87	0	0	0
abril–87	0	0	0
maio–87	2	1	1
fevereiro–88	0	0	0
março–88	0	0	0
abril–88	0	0	0
maio–88	0	0	0
fevereiro–89	0	0	0
março–89	0	0	0
abril–89	0	0	0
maio–89	0	0	0
fevereiro–90	0	0	0
março–90	1	0	0
abril–90	0	0	0
maio–90	0	0	0
fevereiro–91	0	0	0
março–91	0	0	0
abril–91	0	0	0
maio–91	0	0	0
fevereiro–92	0	0	0
março–92	0	0	0
abril–92	1	0	0
maio–92	2	1	1
fevereiro–93	0	0	0
março–93	1	1	1

Continua

Continuação

Período	Duração dos veranicos (Dias)		
	12	**16**	**20**
abril–93	0	0	0
maio–93	1	1	0
fevereiro–94	0	0	0
março–94	0	0	0
abril–94	0	0	0
maio–94	0	0	0
fevereiro–95	0	0	0
março–95	0	0	0
abril–95	0	0	0
maio–95	0	0	0
fevereiro–96	0	0	0
março–96	0	0	0
abril–96	0	0	0
maio–96	0	0	0
fevereiro–97	0	0	0
março–97	0	0	0
abril–97	0	0	0
maio–97	0	0	0
fevereiro–98	0	0	0
março–98	0	0	0
abril–98	0	0	0
maio–98	1	1	1
fevereiro–99	0	0	0
março–99	0	0	0
abril–99	0	0	0
maio–99	0	0	0
fevereiro–00	0	0	0
março–00	0	0	0
abril–00	0	0	0
maio–00	1	0	0
fevereiro–01	0	0	0
março–01	0	0	0
abril–01	0	0	0
maio–01	1	1	0
fevereiro–02	1	0	0
março–02	0	0	0
abril–02	0	0	0
maio–02	0	0	0
fevereiro–03	0	0	0

Continua

Continuação

Período	Duração dos veranicos (Dias)		
	12	**16**	**20**
março–03	0	0	0
abril–03	0	0	0
maio–03	1	1	1
fevereiro–04	0	0	0
março–04	0	0	0
abril–04	0	0	0
maio–04	0	0	0
fevereiro–05	0	0	0
março–05	0	0	0
abril–05	0	0	0
maio–05	0	0	0
fevereiro–06	0	0	0
março–06	0	0	0
abril–06	0	0	0
maio–06	0	0	0
fevereiro–07	0	0	0
março–07	0	0	0
abril–07	0	0	0
maio–07	1	0	0
fevereiro–08	0	0	0
março–08	0	0	0
abril–08	0	0	0
maio–08	0	0	0
fevereiro–09	0	0	0
março–09	0	0	0
abril–09	0	0	0
maio–09	0	0	0
fevereiro–10	0	0	0
março–10	1	1	0
abril–10	0	0	0
maio–10	1	1	0
fevereiro–11	0	0	0
março–11	0	0	0
abril–11	0	0	0
maio–11	0	0	0
fevereiro–12	1	0	0
março–12	0	0	0
abril–12	0	0	0
maio–12	1	1	1

Continua

Continuação

Período	Duração dos veranicos (Dias)		
	12	**16**	**20**
fevereiro–13	0	0	0
março–13	1	1	0
abril–13	0	0	0
maio–13	0	0	0
fevereiro–14	0	0	0
março–14	0	0	0
abril–14	0	0	0
maio–14	0	0	0
fevereiro–15	1	0	0
março–15	0	0	0
abril–15	0	0	0
maio–15	0	0	0
fevereiro–16	1	0	0
março–16	0	0	0
abril–16	0	0	0
maio–16	1	0	0
fevereiro–17	0	0	0
março–17	0	0	0
abril–17	0	0	0
maio–17	0	0	0

Fonte: elaborada pelo autor

APÊNDICE B – NÚMERO DE OCORRÊNCIAS MENSAIS DE VERANICOS ABRANGENDO TODO O SERTÃO CENTRAL DO CEARÁ (1974–2017).

Período	Duração dos veranicos (Dias)		
	12	16	20
fevereiro–74	0	0	0
março–74	0	0	0
abril–74	0	0	0
maio–74	0	0	0
fevereiro–75	0	0	0
março–75	0	0	0
abril–75	0	0	0
maio–75	0	0	0
fevereiro–76	0	0	0
março–76	0	0	0
abril–76	0	0	0
maio–76	1	1	0
fevereiro–77	0	0	0
março–77	0	0	0
abril–77	0	0	0
maio–77	0	0	0
fevereiro–78	0	0	0
março–78	1	0	0
abril–78	0	0	0
maio–78	0	0	0
fevereiro–79	1	0	0
março–79	0	0	0
abril–79	1	0	0
maio–79	0	0	0
fevereiro–80	0	0	0
março–80	0	0	0
abril–80	0	0	0
maio–80	2	1	1
fevereiro–81	0	0	0
março–81	0	0	0
abril–81	1	0	0
maio–81	1	0	0
fevereiro–82	0	0	0
março–82	0	0	0
abril–82	0	0	0
maio–82	0	0	0
fevereiro–83	0	0	0
março–83	0	0	0
abril–83	0	0	0

continua

continuação

Período	Duração dos veranicos (Dias)		
	12	**16**	**20**
maio–83	1	1	1
fevereiro–84	1	0	0
março–84	0	0	0
abril–84	0	0	0
maio–84	0	0	0
fevereiro–85	0	0	0
março–85	0	0	0
abril–85	0	0	0
maio–85	0	0	0
fevereiro–86	0	0	0
março–86	0	0	0
abril–86	0	0	0
maio–86	1	0	0
fevereiro–87	0	0	0
março–87	0	0	0
abril–87	1	0	0
maio–87	2	1	1
fevereiro–88	1	0	0
março–88	0	0	0
abril–88	0	0	0
maio–88	0	0	0
fevereiro–89	1	0	0
março–89	0	0	0
abril–89	0	0	0
maio–89	0	0	0
fevereiro–90	0	0	0
março–90	1	0	0
abril–90	0	0	0
maio–90	0	0	0
fevereiro–91	0	0	0
março–91	0	0	0
abril–91	0	0	0
maio–91	0	0	0
fevereiro–92	0	0	0
março–92	0	0	0
abril–92	1	0	0
maio–92	2	1	1
fevereiro–93	1	0	0
março–93	1	1	1

continua

continuação

Período	Duração dos veranicos (Dias)		
	12	16	20
abril–93	0	0	0
maio–93	1	1	0
fevereiro–94	0	0	0
março–94	0	0	0
abril–94	0	0	0
maio–94	0	0	0
fevereiro–95	0	0	0
março–95	0	0	0
abril–95	0	0	0
maio–95	0	0	0
fevereiro–96	0	0	0
março–96	0	0	0
abril–96	0	0	0
maio–96	1	1	0
fevereiro–97	0	0	0
março–97	0	0	0
abril–97	0	0	0
maio–97	0	0	0
fevereiro–98	1	0	0
março–98	0	0	0
abril–98	0	0	0
maio–98	1	0	0
fevereiro–99	0	0	0
março–99	0	0	0
abril–99	0	0	0
maio–99	0	0	0
fevereiro–00	0	0	0
março–00	0	0	0
abril–00	0	0	0
maio–00	1	0	0
fevereiro–01	0	0	0
março–01	0	0	0
abril–01	0	0	0
maio–01	2	1	1
fevereiro–02	1	0	0
março–02	0	0	0
abril–02	0	0	0
maio–02	0	0	0
fevereiro–03	0	0	0

continua

continuação

Período	Duração dos veranicos (Dias)		
	12	**16**	**20**
março–03	0	0	0
abril–03	0	0	0
maio–03	1	1	0
fevereiro–04	0	0	0
março–04	0	0	0
abril–04	0	0	0
maio–04	0	0	0
fevereiro–05	1	0	0
março–05	0	0	0
abril–05	0	0	0
maio–05	0	0	0
fevereiro–06	0	0	0
março–06	0	0	0
abril–06	0	0	0
maio–06	0	0	0
fevereiro–07	0	0	0
março–07	0	0	0
abril–07	0	0	0
maio–07	1	1	0
fevereiro–08	0	0	0
março–08	0	0	0
abril–08	0	0	0
maio–08	0	0	0
fevereiro–09	0	0	0
março–09	0	0	0
abril–09	0	0	0
maio–09	0	0	0
fevereiro–10	0	0	0
março–10	0	0	0
abril–10	0	0	0
maio–10	1	1	0
fevereiro–11	0	0	0
março–11	0	0	0
abril–11	0	0	0
maio–11	0	0	0
fevereiro–12	0	0	0
março–12	0	0	0
abril–12	1	0	0
maio–12	1	1	1

continua

continuação

Período	Duração dos veranicos (Dias)		
	12	**16**	**20**
fevereiro–13	1	0	0
março–13	1	1	0
abril–13	0	0	0
maio–13	0	0	0
fevereiro–14	0	0	0
março–14	0	0	0
abril–14	0	0	0
maio–14	0	0	0
fevereiro–15	1	0	0
março–15	0	0	0
abril–15	0	0	0
maio–15	0	0	0
fevereiro–16	1	1	0
março–16	0	0	0
abril–16	0	0	0
maio–16	1	0	0
fevereiro–17	0	0	0
março–17	0	0	0
abril–17	0	0	0
maio–17	1	1	0

Fonte: elaborada pelo autor.

APÊNDICE C – INSTALAÇÃO DOS PIQUETES ROTACIONADOS (ÁREA CENTRAL) NA ÁREA MODELO, NA FAZENDA BOM JARDIM, QUIXADÁ–CE, 2016.

Fonte: elaborada pelo autor.

APÊNDICE D – INSTALAÇÃO DOS PIQUETES ROTACIONADOS (ÁREA LATERAL ESQUERDA) NA ÁREA MODELO, NA FAZENDA BOM JARDIM, QUIXADÁ–CE, 2016.

Fonte: elaborada pelo autor.

APÊNDICE E – CABRAS PASTANDO NO PIQUETE 01, NA ÁREA MODELO, NA FAZENDA BOM JARDIM, QUIXADÁ–CE, 2016, CULTIVADA COM O CONSÓRCIO FEIJÃO CAUPI – CAPIM *Panicum maximum*.

Fonte: elaborada pelo autor.

APÊNDICE F – CABRAS PASTANDO NO PIQUETE 02, NA ÁREA MODELO, NA FAZENDA BOM JARDIM, QUIXADÁ–CE, 2016, CULTIVADA COM O CONSÓRCIO FEIJÃO CAUPI – CAPIM *Panicum maximum*.

Fonte: elaborada pelo autor.

APÊNDICE G – CABRAS DESLOCANDO–SE ENTRE OS PIQUETES, CULTIVADOS COM O CONSÓRCIO FEIJÃO CAUPI – CAPIM Panicum maximum. QUIXADÁ,CEARÁ, 2016.

Fonte: elaborada pelo autor.