



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

MARIA ALAÍNE DA CUNHA LIMA

**TÉCNICA “BOCAJ” NA RESTAURAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA EM
FLORESTA TROPICAL SECA**

AREIA

2022

MARIA ALAÍNE DA CUNHA LIMA

**TÉCNICA “BOCAJ” NA RESTAURAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA EM
FLORESTA TROPICAL SECA**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração Agricultura Tropical.

Orientador: Prof. Dr. Jacob Silva Souto

AREIA

2022

Catálogo na publicação
Seção de Catálogo e Classificação

L732t Lima, Maria Alaine da Cunha.

Técnica "bocaj" na restauração de área degradada em floresta tropical seca / Maria Alaine da Cunha Lima. - Areia:UFPB/CCA, 2022.

54 f. : il.

Orientação: Jacob Silva Souto.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Semiárido. 3. Núcleo de desertificação. 4. Técnicas nucleadoras. I. Souto, Jacob Silva. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(043.3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CERTIFICAÇÃO DE APROVAÇÃO

**TÉCNICA “BOCAJ” NA RESTAURAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA EM
FLORESTA TROPICAL SECA**

AUTOR: MARIA ALAÍNE DA CUNHA LIMA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em Agronomia
(Agricultura Tropical) pela comissão organizadora:



Prof. Dr. Jacob Silva Souto - CSTR/UFCG
(Orientador)



Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira – CCA/UFPB
1º Examinador



Dr. Arliston Pereira Leite – Engenheiro Agrônomo
2º Examinador

Data da realização: 28/05/2021

Presidente da Comissão Organizadora

Dr. Jacob Silva Souto
(Orientador)

“Não fui eu que ordenei a
você? Seja forte e corajoso!
Não se apavore e nem
desamine, pois o Senhor, o
seu Deus, estará com você
por onde você andar”.

Josué 1:9

*Esta conquista dedico ao meu amado filho, **Ayrlon Dionísio**, a meus pais, **Antônio Joacil e Maria Das Dores** pelo apoio e compreensão nos momentos de dificuldade e por acreditarem no meu crescimento pessoal e profissional.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e força para enfrentar os inúmeros obstáculos para chegar até aqui, sempre me guiando para alcançar os objetivos sonhados, me fazendo acreditar em dias melhores.

Agradeço a minha família, em especial meu filho **Ayrlon Dionísio**, por compreender minha ausência em momentos tão importantes na sua vida, a meus pais, **Antônio Joacil e Maria Das Dores**, minhas irmãs, **Aline e Aqueline**, meu sobrinho **Rihury** e meus cunhados, serei sempre grata pelo amor incondicional, cuidado, carinho, apoio e incentivo para realização desse sonho. A vocês devo tudo que conquistei em minha vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. **Jacob Silva Souto**, um profissional de extrema competência, pessoa pelo qual tenho grande admiração e respeito. Agradeço pela orientação, confiança, compreensão, ensinamento e conhecimentos transmitidos durante o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço a todos os integrantes do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas - UFCG, pelo o acolhimento e ajuda no desenvolvimento desta pesquisa.

À Universidade Federal da Paraíba, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia e todos os professores do PPGA/UFPB, pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado.

À CAPES, pela concessão da bolsa durante a pesquisa.

À banca avaliadora, por aceitar o convite e pelas valorosas contribuições feitas à pesquisa.

Aos amigos da Pós-graduação: Adriano, Beatriz, Joyce, Talita e Jordânia, pelo apoio e carinho durante diversos momentos difíceis e felizes do mestrado.

As minhas amigas, Andreza, Edenice, Wellen, Juciléia, Karol, Rayane, Misrelma, Luana, Ludmylla, Liliane, Rosy e Amanda, agradeço por tudo, independente da distância vocês estiveram comigo, torcendo e apoiando.

Durante esta caminhada, algumas pessoas cruzaram meu caminho e contribuíram para esta conquista se tornar possível. E algumas estiveram de forma muito próxima me apoiando diariamente e aqui expresso meu agradecimento especial:

Arliston Pereira, esse ser humano maravilhoso, um exemplo de altruísmo e generosidade. Agradeço pela amizade, pelos momentos incríveis compartilhados e por todas palavras de conforto nos momentos difíceis, além de toda ajuda na condução do experimento e nas análises estatísticas. Grata por tudo!

Isadora Nayara, é muito gratificante conhecer pessoas como você que está sempre disposta a ajudar, aconselhar e cuidar. Agradeço por sua amizade e todos os momentos agradáveis

compartilhados e, por dividir além do lar a vida comigo.

Gleisy Lopes, muito grata a deus por cruzar nosso caminho, você é uma pessoa sem comparação. Com seu jeito único e genuíno nunca mediu esforços para ajudar todas as vezes que precisei. Foi muito importante ter vocês comigo nessa jornada, obrigada por tudo.

Manoella Rodrigues, essa pessoa única, que admiro muito como mulher, mãe e profissional. Obrigada por sua amizade e por toda ajuda e sugestões, que muito contribuiu para realização desse trabalho. Do mesmo modo agradeço aos seus pais, seu Manoel e Maria José, pessoas que muitas vezes me acolheram em sua residência, principalmente nos domingos, tratando-me com muito carinho e respeito. Eterna gratidão por tudo!

Eduardo Muniz, essa pessoa única, de uma energia sem comparação sempre animando todos com seu carisma e bom humor, tornado os momentos de trabalho mais agradável. Agradeço pela disponibilidade para ajudar nas inúmeras vezes que precisei e recorri a você, meu muito obrigada.

Jaltieri Bezerra, dono de um coração gigantesco, que não poupa esforços para ajudar os amigos, ter você no longo dessa jornada foi de grande importância, sou imensamente grata por tudo!

Jailson Silva, essa pessoa incrível, que muito me ajudou neste percurso, um amigo muito solícito, e só tenho a agradecer a deus por cruzar meu caminho com pessoas tão maravilhosas como você.

Jussara Rêgo, você é uma pessoa iluminada, sou muito grata e tenho uma sorte enorme de ter te conhecido, obrigada pelo companheirismo e risos compartilhados.

Khyson Abreu, esse amigo e irmão, que esteve sempre comigo desde do início desse sonho, me motivando e apoiando, em meio aos momentos difíceis, meu muito obrigada!

No mais, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho e concretização de mais uma etapa em minha vida.

Meu muito obrigada!

RESUMO

A exploração intensiva dos recursos naturais e o super pastoreio em área de caatinga tem contribuído para alteração da dinâmica natural ocasionando a degradação ambiental. Conseqüentemente, estratégias que busquem diminuir e reverter esse cenário vêm sendo desenvolvidas. Objetivou-se avaliar a potencialidade da técnica nucleadora “*bocaj*” na restauração de área de caatinga no Seridó da Paraíba. O delineamento adotado foi em blocos casualizados, com quatro repetições e cinco tratamentos, representados pelo banco de sementes de quatro espécies arbóreas: catingueira (*Cenostigma pyramidalis*), mofumbo (*Combretum leprosum*), jurema preta (*Mimosa tenuiflora*), umburana (*Commiphora leptophloeos*) e a mistura entre o banco de sementes dessas espécies, o material vegetal foi retirado embaixo da copa destas plantas e distribuído em covas com diferentes profundidades (10 e 20 cm). Verificou-se, mensalmente, a pluviosidade, a temperatura do solo, o conteúdo de água; o surgimento de plantas por covas e as variáveis altura, diâmetro e número de folha das espécies que surgiram. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos foram realizados desdobramentos dos tratamentos nos meses de avaliação e nas profundidades. A faveleira (*Cnidoscolus quercifolius*) foi a mais frequente, surgindo em todos os tratamentos avaliados. O banco de semente oriundo da catingueira diferiu para as variáveis estudadas em função dos meses de avaliação. A técnica de nucleação *bocaj* mostrou ser uma metodologia viável e eficaz na restauração de área degradada.

Palavras -chave: Semiárido; núcleo de desertificação; técnicas nucleadoras.

ABSTRACT

The intensive exploitation of natural resources and the overgrazing in caatinga area has contributed to the alteration of the natural dynamics causing the environmental degradation. And because of this, strategies that seek to decrease and reverse this scenario have been developed. This work aimed to evaluate the potentiality of the nucleating technique “*bocaj*” in the restoration of caatinga area in Seridó da Paraíba. The research was conducted at the Cachoeira de São Porfírio Experimental, located in Santa Luzia - PB, in february/2020 to march/2021. The design adopted was in randomized blocks, with four repetitions and five treatments, represented by the seed bank of four tree species: catingueira (*Cenostigma pyramidale*), mofumbo (*Combretum leprosum*), jurema preta (*Mimosa tenuiflora*), umburana (*Commiphora leptophloeos*) and the mixture between the seed bank of these species, removed under the canopy of these plants and distributed in hollows with different depths (10 and 20 cm). The data were submitted to analysis of variance by the F test and when significant, the effects of treatment unfolding were evaluated as a function of the months of evaluation and effect of the unfolding as a function of treatments and depths. The species *Cnidoscolus quercifolius* was the most frequent appearing in all treatments evaluated. The seed bank from the catingueira differed statistically for the variables studied as a function of the months of evaluation. The technique of nucleation “*bocaj*” proved to be a viable and effective methodology in the restoration of degraded areas, serving as an important tool in combating desertification in the semiarid.

Key-words: semiarid; desertification nucleus; nucleating techniques.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Correlação entre a pluviosidade e as temperaturas do solo na superfície e nas camadas de 10 e 20 cm durante o período experimental na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, em Santa Luzia – (PB), 2020/2021.....32
- Tabela 2.** Número total de plantas em função dos diferentes bancos de sementes no final do experimento, na Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzia – (PB), 2020/2021. ..34
- Tabela 3.** Número médio de plantas surgidas nas covas abertas na área experimental (técnica “*bocaj*”) em função do tipo de banco de sementes e dos meses, na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, em Santa Luzia (PB), 2020/2021.....36
- Tabela 4.** Número de plantas por cova em função da profundidade da cova e do tipo de banco de semente, na Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio I (técnica “*bocaj*”), em Santa Luzia (PB), 2020/2021.....38
- Tabela 5.** Altura média de plantas (cm) na técnica “*bocaj*”, em diferentes tratamentos aplicados em função dos meses de avaliação, Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzia – (PB), 2020/2021.....40
- Tabela 6.** Altura de plantas (cm) na técnica “*bocaj*” em duas profundidades de avaliação submetidas a diferentes tratamentos na Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzia – (PB), 2020/2021.....41
- Tabela 7.** Diâmetro de plantas (mm) na técnica “*bocaj*” em diferentes tratamentos aplicados em função dos meses de avaliação, Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzia – (PB), 2020/2021.....42
- Tabela 8.** Diâmetro médio (mm) de plantas na técnica “*bocaj*” em duas profundidades de avaliação submetidas a diferentes tratamentos na Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzia – (PB), 2020/2021.43
- Tabela 9.** Número de folhas por plantas na técnica “*bocaj*” em diferentes tratamentos aplicados em função dos meses de avaliação, Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzia – (PB), 2020/2021.....44

Tabela 10. Número de folhas em plantas na técnica “ <i>bocaj</i> ” em duas profundidades de avaliação submetidas a diferentes tratamentos na Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzia – (PB), 2020/2021.	45
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização do experimento, Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzia – (PB), 2020/2021.	22
Figura 2. Croqui com a distribuição dos tratamentos na área experimental, em diferentes profundidades de covas (20 e 10 cm), técnica “ <i>bocaj</i> ”, Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzia – PB, 2020/2021.	24
Figura 3. Esquema ilustrativo da retirada do banco de semente abaixo da copa das espécies escolhidas para preenchimento de covas em uma área degradada, técnica “ <i>bocaj</i> ”, Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzia – PB, 2020/2021.	25
Figura 4. Mistura dos bancos de sementes e distribuição em diferentes profundidades de covas, técnica “ <i>bocaj</i> ”, Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzia – PB, 2020/2021.	25
Figura 5. Número de plantas que emergiram na cova (A); Medição da altura (B); Diâmetro do caule (C); Contagem das folhas expandida (D), Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzia – PB, 2020/2021.	26
Figura 6. Peso do solo úmido (6A); Amostras transferidas para estufa (6B); utilização do dessecador para esfriar (6C).	27
Figura 7. Conteúdo de água no solo (%) e pluviosidade (mm) durante o período experimental na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, em Santa Luzia – (PB), 2020/2021.	28
Figura 8. Temperatura média do solo (°C) e pluviosidade (mm) durante o período experimental na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, em Santa Luzia – (PB), 2020/2021.	29
Figura 9. Registro de espécies emergentes na técnica "bocaj" nos meses de avaliação do experimento, na Fazenda experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzis - PB, 2020/2021.	33
Figura 10. Número de planta que surgiram no transcorrer dos meses de avaliação), Santa Luzia (PB), 2020/2021.	35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1. Núcleo de Desertificação do Seridó.....	15
2.2. Restauração ecológica.....	17
2.3 Técnicas nucleadoras	18
2.4. Técnica <i>bocaj</i>	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 Área de estudo	22
3.2 Delineamento experimental	23
3.4 Variáveis avaliadas	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 Conteúdo de água no solo	28
4.2 Temperatura do solo	29
4.3 Número de plantas que emergiram	33
4.4 Número de planta por covas	36
4.5 Altura média de plantas	39
4.6 Diâmetro médio de planta	41
4.7 Número de folhas	43
CONCLUSÕES	46
REFERENCIAS	47
ANEXO I	53

1 INTRODUÇÃO

No continente americano, as matas secas aparecem distribuídas desde o México e Sul da Flórida até o Norte da Argentina, passando por ilhas do Caribe, Andes. No Brasil, a vegetação ocupa áreas da Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga. O bioma Caatinga se estende por aproximadamente 850 mil quilômetros quadrados. Apesar de ser exclusivamente brasileiro e ocupar cerca de 11% do território nacional, o bioma que ocupa o Nordeste e norte de Minas já teve 47% de sua área desmatada e conta com apenas 1% de sua extensão legalmente protegida (BANDAR-R et al., 2016).

Vê-se, portanto, que pela sua extensão, o bioma Caatinga desempenha um papel da maior importância ecológica no Brasil; no entanto, é um dos biomas menos conhecidos cientificamente e marginalizados em termos de políticas de desenvolvimento econômico e social, bem como de preservação de suas riquezas naturais (SIQUEIRA FILHO, 2012).

No que concerne às práticas que interferem na cobertura vegetal no bioma Caatinga, verifica-se que são comuns o desmatamento para a produção de lenha e ou carvão, e o uso de práticas agrícolas inadequadas, expondo a superfície do solo à ação direta das chuvas e dos ventos. Além dessas práticas, Souza et al. (2015) afirmam que o pastoreio excessivo contribui para reduzir drasticamente os recursos, pois, além da retirada da vegetação herbácea, exerce efeitos de compactação do solo.

O uso contínuo de produtos florestais aliado a pressão de pastejo, têm resultado em modificações intensas da Caatinga, inclusive a desertificação e o desaparecimento da vegetação de porte florestal (TABARELLI et al., 2018). As alterações da vegetação resultam em perda de produtos e serviços ecossistêmicos, tendo como exemplo, a restauração da fertilidade, proteção do solo, produção de água e de produtos florestais.

Apesar da existência de planos de combate à desertificação, pouco tem sido feito no Brasil para se estabelecer o uso sustentável da Caatinga. O conhecimento multidisciplinar por meio do fomento de profissionais especializados em manejo de ambientes naturais, segundo Souza et al. (2015), pode mitigar o grande passivo ambiental provocado pela degradação e desertificação e converter as áreas do bioma em fornecedoras de serviços ambientais.

Uma área é considerada degradada quando perde a capacidade de se regenerar rapidamente (VIEIRA, 2004). Isto ocorre quando há deficiências no banco e chuva de sementes e/ou nos vetores de polinização e dispersão. Quanto maiores os níveis de degradação, mais estes fatores inibem ou chegam a impedir a sucessão.

Estudos teóricos e empíricos desenvolvidos por Taylor et al. (1993) indicam que a conectividade da paisagem é essencial para a manutenção a longo prazo da diversidade genética das populações de animais e plantas, da estrutura da comunidade e dos serviços do ecossistema. Uma análise de conectividade baseada na teoria dos grafos (ANTONGIOVANNI, 2017) foi incorporada pelo Ministério do Meio Ambiente para definir as ações a serem realizadas nas áreas prioritárias, indicando que a conectividade da Caatinga pode ser melhorada por ações de restauração dentro das áreas, sendo a região do Seridó da Paraíba considerada como área de alta importância.

As pesquisas com restauração através de técnicas nucleadoras no Seridó da Paraíba vêm sendo desenvolvidas desde 2008 pelo Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas (LabNut), sob a coordenação do Prof. Jacob Silva Souto, tendo sido diversos trabalhos realizados (Souto et al., 2012; Pinto, 2014; Gomes, 2015; Silveira et al., 2015; Souto et al., 2017; Leite et al., 2019; Sousa et al., 2020).

A técnica denominada “*bocaj*” consiste numa estratégia de baixo custo e fácil manuseio, a qual busca induzir a regeneração natural através do banco de sementes de espécies arbóreas circundante a área degradada, sem que seja necessário a utilização de irrigação, proporcionando condições que favoreçam a germinação e crescimento das sementes que se encontram no banco de sementes do solo, servindo como uma ferramenta importante no combate à desertificação no Semiárido.

Face a expansão cada vez maior das áreas degradadas no Seridó da Paraíba, torna-se urgente a definição de técnicas que objetivem a restauração dessas áreas no intuito de torná-las de fácil replicação pelos produtores rurais e, de baixo custo.

Desta forma, objetivou-se verificar a potencialidade da técnica nucleadora “*bocaj*” na restauração de área de caatinga no Seridó da Paraíba

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Núcleo de Desertificação do Seridó

O conceito de desertificação foi introduzido por Albert Abreuville, na década de 1940, para destacar o processo de degradação de florestas, intensificação dos processos erosivos, ressecamento dos solos, mudanças nos atributos físicos e químicos dos solos, e invasão de espécies de plantas mais xéricas (NASCIMENTO, 2015). Posteriormente, Verstraete (1986) afirma que em 1949, Abreuville começa a usar a terminologia *savanização* e *desertificação* numa tentativa de descrever uma transformação ou substituição progressiva das florestas tropicais e sub-tropicais na África por savanas (*savanização*) ou em ecossistemas ainda mais secos (*desertificação*).

Já em 1977, por ocasião da realização da Conferência das Nações Unidas sobre desertificação em Nairóbi (Quênia), surge outro conceito para o fenômeno da desertificação como sendo “a degradação progressiva dos ecossistemas naturais de uma área, resultante de fatores naturais ou da ação do homem, e geralmente de ambos conjugadamente”. No entanto, outra definição para desertificação foi extraída, em 1992, por ocasião da realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro, passando o fenômeno da desertificação a ser conceituado como sendo o processo de degradação das terras em áreas áridas, semiáridas e sub-úmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo variações climáticas e atividades humanas (PEREIRA NETO, 2016).

Oficialmente, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente, entre as áreas onde os processos de desertificação estão mais avançados, destacam-se os núcleos de Cabrobó (PE), Gilbués (PI), Irauçuba (CE) e Seridó (RN/PB). Por definição, esses podem ser considerados como áreas com degradação da cobertura vegetal e do solo em uma condição de irreversibilidade, reflexo da excessiva exploração, seja para atividade agropecuária, madeireira, carvão vegetal, extração de argila e minérios, e pressão antrópica (VASCONCELOS SOBRINHO, 1971; BRASIL, 2004).

Especificamente no que diz respeito ao Núcleo de Desertificação do Seridó (RN/PB), Duque (1953), considerou essa região como sendo a mais erodida do Nordeste; de modo a já provocando a degradação dos solos e por conseguinte perda do potencial produtivo. Esse autor relaciona esse processo a substituição da vegetação natural por outras culturas, as quais por meio de práticas inadequadas expõe os solos aos processos erosivos intensificando a degradação.

Nas áreas afetadas pela desertificação do Seridó, a vegetação se apresenta com porte reduzido, algumas espécies com apresentam sintoma de nanismo, como é o caso do pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), e concentração diluída, ou seja, com maior permeabilidade do que nas demais áreas, geralmente coincidindo com a presença da caatinga hiperxerófila. Para Brasil (2004), nesse tipo de caatinga e solo a desertificação pode surgir espontaneamente, havendo, pois, a possibilidade de sua preexistência no Nordeste, antes do aparecimento do colonizador.

A vegetação da caatinga no Seridó apresenta um estrato herbáceo sazonal, quase totalmente restrito à estação chuvosa, com predominância de capim panasco (*Aristida setifolia*). O número de espécies arbóreas e a produção de biomassa no Seridó são considerados baixos quando comparado com áreas mais úmidas, possivelmente influenciados pela disponibilidade hídrica (SANTANA; SOUTO, 2006; COSTA et al., 2009).

A degradação ambiental no Núcleo de Desertificação do Seridó torna-se ainda mais preocupante nas áreas onde as condições geocológicas impedem ou dificultam a regeneração da vegetação em meio à uma possível oportunidade para o reestabelecimento de seu tênue equilíbrio. Merece destaque nessa linha de atuação o trabalho desenvolvido por Damasceno; Souto (2014) no município de Várzea (PB), o qual apresenta uma análise dos indicadores biológicos do Núcleo de Desertificação do Seridó na Paraíba.

Cândido et al. (2002), ao estudarem a degradação ambiental em uma área de 947,81 km² no Seridó da Paraíba, por meio da avaliação de diversos parâmetros (vegetação, topografia, solo/geologia, ecologia, mecanização agrícola, agricultura, densidade populacional e pecuária), encontraram que as áreas caracterizadas por degradação grave a muito grave chegaram a quase 50% da área estudada. As zonas com degradação grave têm relevo fortemente ondulado a montanhoso, terras para pastejo e mineração, presença de vegetação aberta e rala, que foi substituída pelas pastagens e pelo cultivo de palma forrageira.

A maior parte da área do Núcleo de Desertificação do Seridó, com 2.987 km², apresenta topografia acidentada, declives acentuados com presença de solos rasos e pedregosos, com baixa capacidade de retenção de água, classificados como Neossolos Litólicos e Luvisos Crômicos (PEREZ-MARIN et al., 2012). No sopé das encostas podem se formar vales com a ocorrência de Neossolos Flúvicos e Planossos Solódicos. Os Neossolos Litólicos de acordo com esses autores apresentam restrição ao aprofundamento do sistema radicular posto que, o contato lítico ocorre a pouca profundidade (no máximo 30,0 cm). Isto determina um reduzido volume de água e nutrientes disponíveis às plantas e pequeno volume de solo para o sistema radicular. A situação se agrava, pela ocorrência dos afloramentos rochosos. Já os Luvisolos Crômicos são quimicamente de fertilidade alta, com elevado potencial nutricional.

Para Lucena (2019), existe uma carência de estudos e de informações a respeito do Núcleo de Desertificação do Seridó RN/PB, principalmente no tocante as atividades econômicas aí exploradas (agropecuária, exploração dos recursos florestais e mineração). O autor ainda comenta que irracionalidade no uso destes recursos provoca um aumento na degradação ambiental, acentuando mais ainda o processo de desertificação.

2.2. Restauração ecológica

De acordo com Society for Ecological Restoration (2004) a restauração ecológica é definida como “uma atividade deliberada, que inicia ou acelera a recuperação de um ecossistema com respeito à sua saúde, integridade e sustentabilidade, que requer restauração por ter sido degradado, danificado, transformado ou totalmente destruído como resultado direto ou indireto das atividades humanas”.

Martin (2017) rediscutiu o conceito de restauração ecológica, e propôs uma nova definição, no qual explicita que é o processo de assistência à recuperação de um ecossistema degradado, danificado e destruído para refletir valores considerados inerentes ao ecossistema e fornecer bens e serviços que as pessoas valorizam.

A restauração florestal segundo Andrade Neto (2015) envolve a reconstrução gradual da floresta, resgatando sua biodiversidade, função ecológica e sustentabilidade ao longo do tempo, determinadas pelo resgate de várias espécies diferentes, incluindo outras formas de vidas além de árvores (ervas, arbustos, cipós, fauna, etc.) e também as funções que cada espécie desempenha, de forma isolada ou em conjunto. No entanto, para que isso ocorra, é necessária a mobilização do governo, pessoas, empresas, do Poder Público e da sociedade de modo geral.

A recuperação de florestas tropicais como método científico é recente, datada do final da década de 1970, quando era usado o modelo de plantio ao acaso de árvores (KAGEYAMA; CASTRO, 1989). Segundo Bechara (2006) não havia preocupação com fundamentos de ecologia básica tais como interações interespecíficas, cadeias tróficas, heterogeneidade de ambientes e sucessão. Somente as mudas plantadas eram privilegiadas, em detrimento da regeneração natural. Estes modelos não procuraram restituir toda a complexidade da biodiversidade, incluindo a representatividade das populações.

A escolha do método de restauração está relacionada a aspectos situacionais da área a ser restaurada, como características da paisagem e aspectos relacionados à resiliência e processos de regeneração. A maioria dos esforços empregados em ecossistemas florestais tropicais envolve o plantio de árvores (LAMB et al., 2005). Mais recentemente outras técnicas vêm sendo gradativamente incorporadas, a exemplo da semeadura direta, a nucleação

(utilizando técnicas diversas, como instalação de poleiros e transposição de galharia, de plântulas, de banco e chuva de sementes e de solo), sistemas agroflorestais e, a condução da regeneração natural (OLIVEIRA; ENGEL, 2017).

Quanto ao sucesso no processo de restauração, cada ecossistema apresentará metas particulares para serem alcançadas e, vários modelos de avaliação para monitoramento vêm sendo aplicados. Dentre esses modelos destaca-se a riqueza, a diversidade e a densidade de espécies nativas, a invasão biológica, a chuva e o banco de sementes, a fenologia das espécies plantadas, a diversidade genética das mudas utilizadas, os serviços ecossistêmicos, o fluxo gênico, a interação planta-animal, além de inúmeras outras tantas possibilidades que possivelmente indicarão o sucesso no processo de restauração (BRANCALION et al., 2012).

Quando o processo de degradação ultrapassa a capacidade natural de regeneração, provoca o desequilíbrio do ecossistema, e assim, tornando-se a necessidade da intervenção antrópica para auxiliar na recuperação das áreas degradadas. Os principais mecanismos de intervenção utilizada para esse processo baseiam-se no conceito de restauração, utilizando estratégias de baixo custo que aproveita a própria capacidade da vegetação para que ela se desenvolva a partir de processos sucessionais naturais (RODRIGUES et al., 2020).

2.3 Técnicas nucleadoras

A técnica da nucleação foi descrita por Yarranton; Morrison (1974), a qual delineou a dinâmica espacial da sucessão primária. Esses autores observaram que a ocupação de áreas por espécies arbóreas pioneiras em processos inicial de formação de solo favorecia o surgimento de espécies diferentes, à volta das espécies já colonizadas, sendo assim proporcionando uma melhoria nas qualidades ambientais, permitindo um aumento na probabilidade de ocupação deste ambiente por outras espécies. A nucleação representa uma alternativa de restauração, que promove “gatilhos ecológicos” para a formação de comunidades estáveis por meio da sucessão natural e que possam atuar no sentido de integrar a área degradada com os fluxos naturais das áreas vizinhas (BECHARA, 2006), proporcionando a ocupação desta área para que retome a sua dinâmica.

A nucleação tem como princípio básico auxiliar a natureza em núcleos, recobrando em torno de 10 a 30% da área degradada com intervenção mínima possível, estabelecendo uma heterogeneidade sucessional, podendo convergir para múltiplos pontos de equilíbrio no espaço e no tempo, entre o ecossistema e os organismos (REIS et al., 2010; REIS *et al.*, 2014).

As técnicas de nucleação, segundo Mariot et al. (2007), são muito usadas para a recuperação e restauração de ambientes, pois possibilitam o aumento da biodiversidade local,

obedecendo aos estágios naturais da sucessão ecológica de uma floresta nativa, onde os núcleos criados atrairão biodiversidade das áreas circundantes. Reis et al. (2003) consideram que a nucleação representa uma das melhores formas de implementar a sucessão dentro de áreas degradadas, restituindo a biodiversidade condizente com as características da paisagem e das condições microclimáticas locais. Para Espíndola et al. (2006) o emprego de várias técnicas nucleadoras, juntas, produz uma diversidade de fluxos naturais na área degradada aumentando a conectividade da paisagem.

O uso da nucleação no processo de restauração no semiárido brasileiro tem se tornado de enorme importância para o uso da terra, proporcionando uma maior resiliência na sucessão ecológica, principalmente em área onde o processo de desertificação se encontra fortemente expressado (SILVEIRA et al., 2015). Logo, essa metodologia representa uma chave para a formação de comunidades que poderão, no futuro, atuar como novos núcleos funcionais dentro da atual paisagem fragmentada (REIS et al., 2010).

Dentre as técnicas de nucleação mais usadas no semiárido brasileiro destaca-se a transposição do banco de sementes do solo (LEITE et al., 2019), poleiros artificiais e enleiramento de galhadas (SILVEIRA et al., 2015), a técnica “*bocaj*” (SOUTO et al., 2017), dentre outras, são estratégias que vem sendo utilizada no processo de restauração ecológica no Núcleo de Desertificação do Seridó, no Estado da Paraíba. Neste âmbito, a técnica nucleadora “*bocaj*” vem sendo apontada como uma estratégia de baixo custo capaz de formar novos núcleos de integração na paisagem fragmentada promovendo a conectividade e as interações entre os organismos de um ecossistema degradado com áreas adjacentes conservada.

Reis et al. (2014) pregam que uma nova tendência de modelos de restauração vem primando por abordagens mais amplas e integradas, buscando uma visão sistêmica da paisagem. A proposta do modelo de nucleação é biocêntrica: contrária à visão pontual e reducionista da natureza, prioriza refazer processos naturais da sucessão estocástica, direcionando a comunidade para a sua integração com a paisagem que a rodeia. Para estes autores, as ações nucleadoras representam um avanço em modelos de restauração, expressando o forte caráter ético com a conservação e manejo das paisagens.

2.4. Técnica *bocaj*

O formato de nucleação denominado “*bocaj*” foi desenvolvido por Souto et al. (2012), visando melhorar a restauração de áreas em processos de degradação no semiárido da Paraíba. Essa técnica consiste na transposição do solo conjuntamente com o banco de sementes e serrapilheira, retirado de uma área preservada da caatinga, coletado abaixo da copa de espécies

nativas, para ser introduzido na área a qual será restaurada, em covas previamente abertas, sem que seja necessário a utilização de métodos de irrigação.

A transposição do banco de semente adotado por meio dessa técnica introduz populações de diversas espécies da micro, meso e macrofauna do solo (microrganismos decompositores, fungos micorrízicos, bactérias nitrificantes, minhocas, etc.), importantes na ciclagem de nutrientes, reestruturação e fertilização do solo (REIS; TRÊS; SCARIOT, 2007), tendo em vista que o material transportado apresenta grande heterogeneidade, o que favorece a incorporação de vida vegetal e animal, e assim permitindo a formação de núcleos favoráveis para regeneração e colonização das espécies (NASCIMENTO NETO, 2016)

Outro material levado através da técnica “*bocaj*” é a serrapilheira, que tem uma enorme importância para o solo atuando como um sistema de entrada e saída, recebendo entradas via vegetação e, por sua vez, decompondo-se e suprindo o solo e as raízes com nutrientes e matéria orgânica (RODRIGUES et al., 2010). Este material inclui principalmente folhas, caules, frutos, sementes, flores e resíduos animais (ANDRADE et al., 2008; SARAIVA, 2018).

Souto (2006) ressalta a funcionalidade desse material para proteger o solo dos intensos raios solares na época seca e nas primeiras chuvas, evitando o impacto direto das gotas de água. Sendo assim, a serrapilheira é essencial para restauração de áreas degradadas, pois possibilita a incorporação de nutrientes, matéria orgânica e microrganismos para a recuperação da fertilidade e da atividade biológica do solo (SILVA et al., 2015).

Utilizando a técnica “*bocaj*” no Núcleo de Desertificação do Seridó, Pinto (2014) elencou em seus resultados que as sementes da faveleira apresentaram ótimo desenvolvimento no ambiente degradado, ocorrendo a emergência em todos tratamentos onde se aplicou a técnica. A faveleira apresentou grande potencial ecológico para adaptação as condições edáficas e hídrica da região nas condições de campo que foi instalado o experimento, sendo fundamental para proporcionar formação de mínima população onde se aplicou a técnica, possibilitando que os indivíduos possam se promover proporcionando que a área degradada seja ocupada e retome a sua dinâmica.

Nascimento Neto (2016) observou na área onde foi aplicado a técnica “*bocaj*”, avaliando quatro bancos de sementes de espécies arbóreas locais (catingueira, mofumbo, jurema-preta, umburana e a mistura entre os bancos de sementes dessas espécies) verificou que no final do experimento o pinhão manso atingiu uma taxa de sobrevivência de 100% nos tratamentos onde se aplicou o banco de sementes proveniente da catingueira, mofumbo e mistura dos tratamentos. A utilização desta técnica mostrou-se viável para as condições do Seridó da Paraíba onde foi instalado o experimento.

A germinação de sementes como pinhão manso e faveleira nos diferentes bancos de sementes onde foi aplicado a técnica “*bocaj*” pode ter ocorrido em função do mecanismo de dispersão adotada pelas espécies, além de outros fatores biótico e abiótico que podem provocar influência no banco de semente do solo (SANTOS et al., 2020).

A técnica “*bocaj*” segundo Souto et al. (2017) mostrou ser viável para as condições do Seridó da Paraíba, tendo em vista o seu baixo custo de implantação e proporcionar condições favoráveis para o crescimento de espécies como o pinhão manso e a faveleira.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

Esse trabalho foi desenvolvido durante os meses de fevereiro/2020 a março/2021. A área de estudo está localizada na Zona Rural do município de Santa Luzia – PB, na Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio ($06^{\circ} 48' 35''$ S e $36^{\circ} 57' 15''$ W), a qual se encontra inserida na região geográfica imediata de Patos – PB e está localizada a 44 km de distância do município (Figura 1).

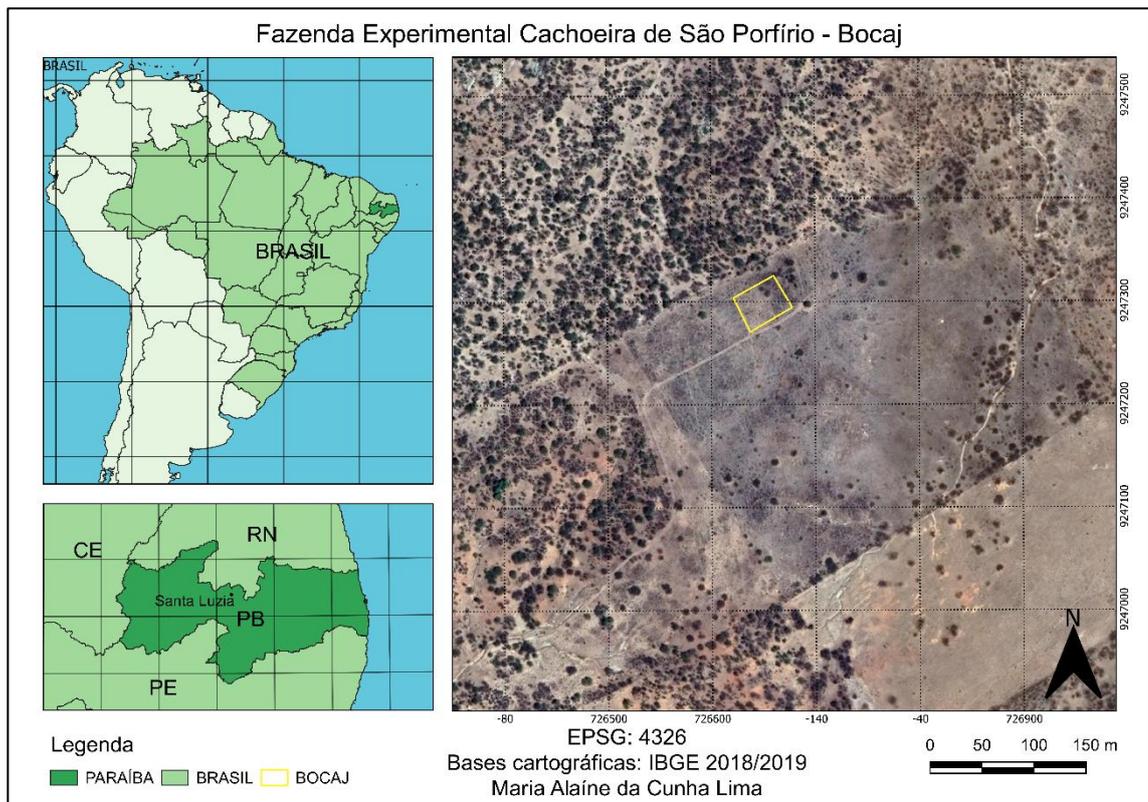


Figura 1. Mapa de localização do experimento, Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzia – (PB), 2020/2021.

Quanto ao clima da região, segundo Köppen, é do tipo BSh, semiárido quente e seco, com média pluviometria anual de 800 mm, de distribuição irregular e com concentração em poucos meses do ano. A temperatura térmica anual média é de 25°C (ÁLVARES, 2013). A vegetação predominante é do tipo hiperxerófila, constituída por aspecto arbóreo-arbustivo esparso, que se desenvolve em solos rasos e pedregosos (COSTA et al., 2009; FERREIRA et al., 2014). Segundo Silva et al. (2016) o solo predominante na área pode ser classificado como NEOSSOLO FLÚVICO Ta eutrófico típico.

A pesquisa foi conduzida em uma unidade demonstrativa isolada com cerca de arame farpado com aproximadamente 11,0 ha, a qual vem sendo desenvolvido estudos com outras

técnicas de nucleação, além da “*bocaj*”. A área onde a técnica “*bocaj*” foi aplicada dentro desta unidade possui 1657 m² e apresenta alto grau de degradação ambiental, resultante dos processos de uso antrópico durante os anos de 1950 a 1984 para exploração agrícola e pecuária.

Na área de estudo há ocorrência das espécies *Aristida setifolia* Kunth (capim panasco), *Cnidocolus quercifolius* (faveleira), *Jatropha curcas* L. (pinhão manso) e *Mimosa tenuiflora* (jurema-preta). A área adjacente, ao lado da instalação do experimento, encontra-se um fragmento representativo da caatinga com ocorrência de espécies como: *Cenostigma pyramidale* (catingueira), *Combretum leprosum* Mart. & Eicher (mofumbo), *Mimosa tenuiflora* Willd. Poiret (jurema-preta), *Commiphora leptophloeos* Mart (umburana).

3.2 Delineamento experimental

O experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, no esquema de parcelas subdivididas, sendo a parcela principal constituída por cinco tipos de banco de semente: T1 (banco de sementes de mofumbo), T2 (banco de sementes de catingueira), T3 (banco de sementes de Jurema-preta), T4 (banco de semente de umburana) e T5 (mistura do banco de sementes de todas as espécies), e as sub-parcelas foi constituída por duas profundidades das covas, as quais foram distribuídas em linha para cada tipo de banco de semente, com cada linha totalizando 24 covas, sendo 12 covas com dimensões de 10 cm de profundidade e diâmetro de 0,15 m com volume de 1,159 L e mais 12 covas variando a profundidade de 20 cm com volume de 2,318 L, todas em um espaçamento 2,0 m x 2,0 m, totalizando 480 covas. O croqui com a distribuição dos tratamentos no experimento pode ser observado na Figura 2.

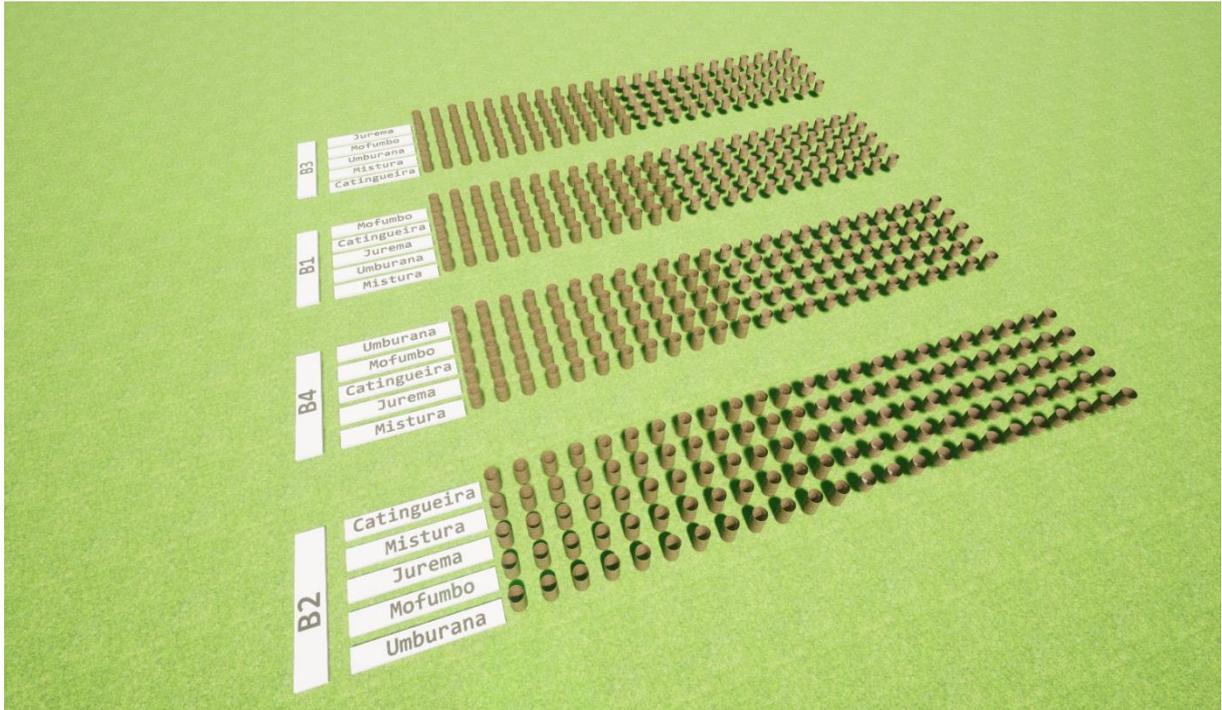


Figura 2. Croqui com a distribuição dos tratamentos na área experimental, em diferentes profundidades de covas (20 e 10 cm) com a técnica “*bocaj*”, Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzia – PB, 2020/2021.

3.3 Implantação do experimento

Para instalação da técnica “*bocaj*” foi necessário a retirada do banco de sementes extraído embaixo da copa de espécies arbóreas obtidos de uma área preservada da Caatinga próximo à área a ser restaurada. As espécies escolhidas para retirada desse material foram plantas pioneiras/nativas: catingueira (*Cenostigma pyramidale* (Tul.) E. Gagnon & G. P. Lewis), mofumbo (*Combretum leprosum* Mart. & Eicher), jurema-preta-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd) Poiret), umburana (*Commiphora leptophloeos* Mart.), que apresentam grande potencial ecológico.

O banco de sementes foi retirado na superfície do solo delimitado pelo tamanho da copa das matrizes selecionadas, no dia da instalação do experimento, incluindo solo, serrapilheira, restos vegetais e animais. É possível observar de maneira ilustrativa como ocorreu a retirada do banco de sementes e preenchimento das covas em duas profundidades (Figura 3).

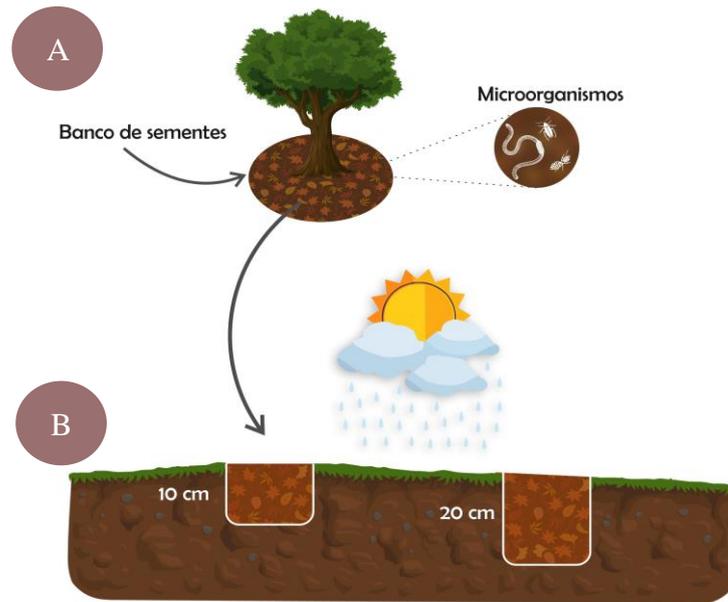


Figura 3. Esquema ilustrativo da retirada do banco de semente abaixo da copa das espécies escolhidas para preenchimento de covas em uma área degradada, técnica “*bocaj*”, Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzia – PB, 2020/2021.

Após a obtenção do banco de sementes das espécies citadas anteriormente, manualmente foi realizada a mistura dos quatro bancos de sementes para composição do quinto tratamento. Posteriormente, foi realizado o preenchimento das covas na área degradada (Figura 4).



Figura 4. Mistura dos bancos de sementes e distribuição em diferentes profundidades de covas, técnica “*bocaj*”, Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzia – PB, 2020/2021.

3.4 Variáveis avaliadas

Mensalmente, foram avaliadas o número de plantas por cova, altura, diâmetro do caule e número de folhas das espécies que surgiram onde foi aplicada a técnica. Os dados foram

mensurados a partir do mês de fevereiro/2020 até março/21. Para o número de planta foi realizado a contagem das plantas emergente na cova (Figura 5A). A altura foi medida com uma régua graduada em centímetros (Figura 5B). O diâmetro foi mensurado com paquímetro digital graduado em milímetros (Figura 5C), já o número de folhas foi realizado através da contagem direta das folhas totalmente expandidas por planta (Figura 5D).



Figura 5. Número de plantas que emergiram na cova (A); Medição da altura (B); Diâmetro do caule (C); Contagem das folhas expandida (D), Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzia – PB, 2020/2021.

Temperatura do solo e conteúdo de água

A temperatura foi verificada mensalmente em três profundidades do solo (superfície; 10 e 20 cm de profundidade). A verificação da temperatura do solo ocorreu utilizando

termômetro digital portátil modelo DIGITAL-Termometer French, com precisão de uma casa decimal.

Para a obtenção do conteúdo de água foi realizado a coleta do solo em latas de alumínio, e após encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas/CSTR/UFCG, no qual foi realizada a pesagem em balança de precisão para obtenção do peso úmido (Figura 6A), e levadas para a estufa a 105°C por 24 horas (Figura 6B) e posteriormente, posta no dessecador para esfriar (Figura 6C) em seguida pesada novamente para obtenção do peso de Massa seca.



Figura 6. Pesagem do solo úmido (6A); amostras transferidas para estufa (6B); amostras no dessecador (6C).

$$U\% = \frac{Pu - Ps}{Ps} \times 100$$

Onde,

U = conteúdo de água do solo (%);

Pu = massa solo úmido (g);

Ps = massa de solo seco em estufa (g).

3.5 Análise estatística dos dados

Os dados foram submetidos à análise de variância. Os meses de avaliação foram considerados como parcelas subdivididas no tempo. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software SAS/STAT (2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Conteúdo de água no solo

O conteúdo de água no solo variou em função da pluviosidade ocorrida durante o período experimental. Os valores de pluviosidade tiveram valores menores nos meses agosto/20, outubro/20, dezembro/20 e janeiro/21 com valores de 0; 0; 0,5; e 0,4 mm, respectivamente, e valores superiores de pluviosidade nos meses de março/20, abril/20 e março/21, com valores de 198,8; 166,2; e 138,1, respectivamente. Os teores de água no solo variaram de 0,2% nos meses de agosto e setembro, até 6,7% no mês de maio e fevereiro de 2020 (Figura 7).

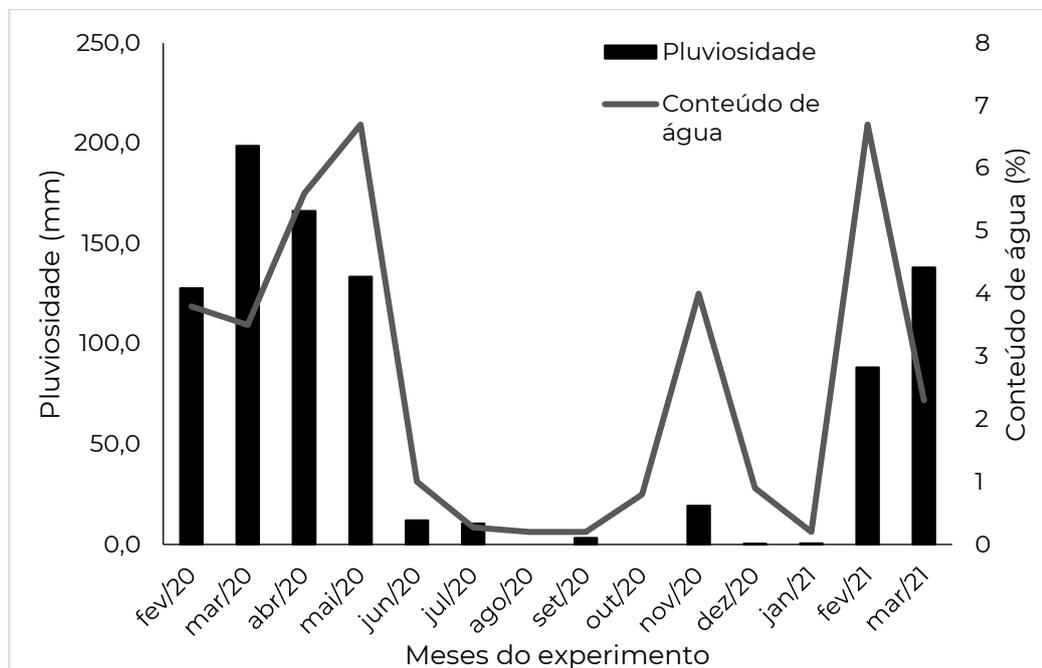


Figura 7. Conteúdo de água no solo (%) e pluviosidade (mm) durante o período experimental na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, em Santa Luzia – (PB), 2020/2021.

Ao se visualizar na figura 7 vê-se que o conteúdo de água no solo, na camada de 0-20 cm é diretamente proporcional à pluviosidade, tendo-se observado os maiores valores nos meses de fevereiro a maio, período este de maior pluviosidade. A partir de junho/2020 há um decréscimo muito acentuado do conteúdo de água no solo, se estendendo até o mês de janeiro/2021.

Nos meses de julho/20, agosto/20 e setembro/20, foi registrado os mais baixos valores médios do conteúdo de água no solo e também foram os meses em que se verificaram os baixos índices de pluviosidade. Estes resultados se assemelham aos desenvolvidos por Gomes (2015), Nascimento Neto (2016), Leite et al. (2019) ao constatarem uma elevação no conteúdo de água em função da pluviosidade, trabalhando na mesma área experimental.

Segundo Gasparim et al. (2005) o solo funciona como o principal meio de armazenamento e transferência de água, solutos e gases, além de armazenar e transferir calor. O fornecimento de água para as plantas é resultante de vários fatores físicos e químicos, como exemplo a granulometria, estrutura, mineralogia e conteúdo de matéria orgânica, assim como a cobertura vegetal, de acordo com suas variações pedogenéticas associado as interfaces climáticas, os solos apresentam comportamento diferenciado quanto à dinâmica e ao armazenamento de água (CARDUCCI et al., 2017).

Estes volumes de pluviosidade apresentado durante o período experimental é um aspecto comum da região semiárida do Brasil, a qual apresenta a disponibilidade de água caracterizada por uma distribuição de chuvas bastante irregular, baixos índices de pluviosidade e longos períodos de estiagem (SANTOS et al., 2017). Nota-se, que quando não ocorre chuvas o solo vai perdendo água pelo processo de evaporação ou através da infiltração para camadas mais profundas.

4.2 Temperatura do solo

Analisando a figura 8, é possível identificar que houve variação das temperaturas avaliadas em cada uma das profundidades nos diferentes meses de avaliação.

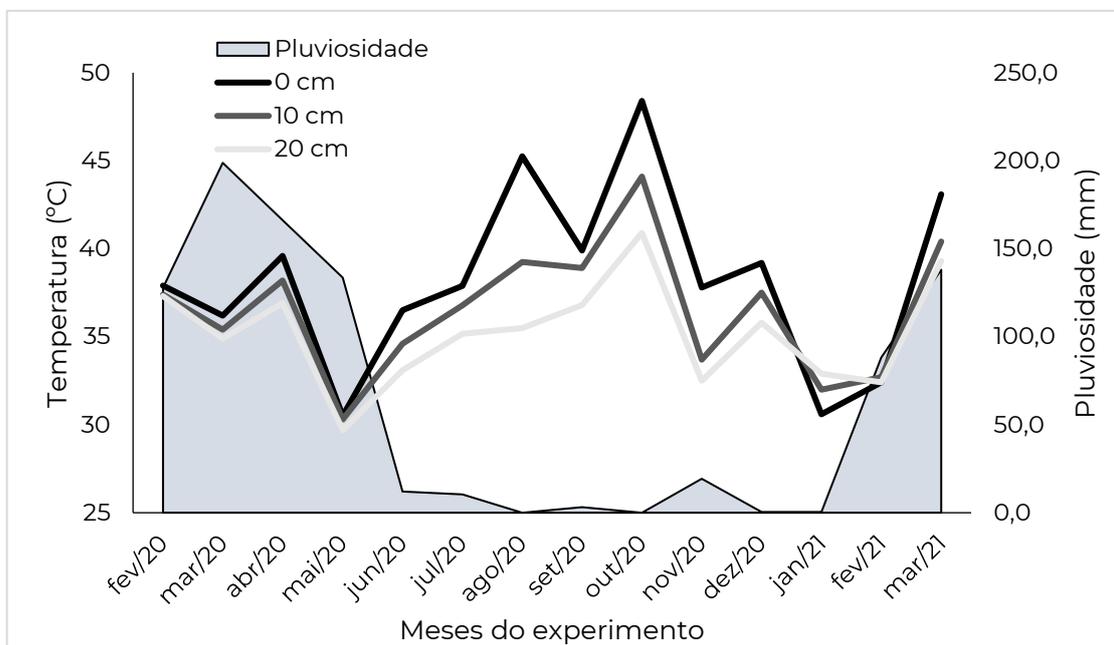


Figura 8. Temperatura média do solo (°C) e pluviosidade (mm) durante o período experimental na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, em Santa Luzia – (PB), 2020/2021.

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam uma relação da temperatura do solo com a pluviosidade. À medida que aumenta a pluviosidade os níveis de temperatura nas diferentes profundidades tendem a diminuir, e se aproximar, no entanto quanto maior a profundidade menor a interferência da pluviosidade. Corroborando com os resultados desta

pesquisa, Gomes (2015) verificou, avaliando a temperatura do solo nas profundidades (0,0; 7,5 e 15,0 cm), inclusive na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, que com o aumento da profundidade ocorria uma diminuição na temperatura do solo.

Analisando a figura 8 é possível identificar que no mês de maio de 2020, independente da profundidade de coleta, foram encontrados os menores valores de temperatura. As maiores médias de temperatura foram registradas para os meses de agosto/20 e outubro/20, foi também nesses meses que ocorreram as menores médias de pluviosidade. Dentre os fatores que influenciam a temperatura do solo estão as condições meteorológicas, topografia local, tipo de solo, teor de água, textura, área de superfície coberta e copa das plantas (SANTOS et al., 2014).

Estudo realizado por Carneiro et al. (2014) avaliando a temperatura do solo no período seco e chuvoso, com cobertura e sem, verificou-se que o período chuvoso para as duas condições avaliadas proporcionou uma amplitude térmica menor quando comparado com o período seco. Para esses autores os maiores índices de pluviosidade proporcionam o resfriamento gradativo do solo ocasionando variação da temperatura para as diferentes profundidades.

A superfície do solo, com ou sem cobertura vegetal, exerce importante função sobre sua temperatura, visto que a cobertura vegetal é responsável pela troca e armazenamento de energia térmica nos ecossistemas (CARNEIRO et al., 2013). A área com aplicação da técnica “*bocaj*” apresenta predominância de espécies arbórea, arbustiva e herbácea, como: *Mimosa tenuiflora* (jurema-preta), *Cnidocolus quercifolios* (Faveleira), *Jatropha curcas* (pinhão manso) e *Aristida setifolia* (capim panasco). A presença da vegetação atua na interceptação dos raios solares que se dirigem à superfície, criando um microclima específico sob a mesma, por conseguinte proporcionando uma amplitude térmica menor (OLIVEIRA et al. 2005; CORTEZ et al., 2015).

Parte da radiação solar interceptada pela cobertura vegetal pode ser absorvida, transmitida e refletida em proporções que variam em função de vários fatores físicos e biológicos, a exemplo do tipo, tamanho e distribuição da vegetação, bem como a cor, tamanho e idade da folha, como também o ângulo de incidência dos raios solares. Sendo assim, a vegetação possibilita a criação de microclimas distintos, exercendo bastante influência na temperatura de uma superfície (DUTRA; BRIANEZI; COELHO, 2020).

Comparando a temperatura do solo no período seco e chuvoso, Nascimento Neto (2016) em estudo realizado na mesma área registrou que no período seco na superfície, a 7,5 e 15,0 cm de profundidade, as temperaturas foram mais elevadas quando comparada com o período chuvoso, assim como observado neste estudo, que nos meses mais chuvosos (fevereiro

a junho/2020) a temperatura do solo nas diferentes profundidades (0,0; 15,0; 20,0) foram inferiores. Leite et al. (2019) também elencaram em seus resultados obtidos durante doze meses de estudos, na mesma área experimental, que as temperaturas do solo variaram em função da profundidade e pluviosidade.

É possível observar na figura 8 que independente da época de avaliação a temperatura na superfície do solo foi superior, seguida da temperatura a 10 cm de profundidade e com menores valores na camada de 20 cm de profundidade. O solo, no geral, é um péssimo condutor de calor, apresentando também uma baixa emissividade quando se aumenta a profundidade. É por isso que a amplitude térmica diminui a medida que se aprofunda nas camadas de um determinado solo. Essa emissividade do solo pode ser aumentada ou diminuída com a presença de matéria orgânica, conteúdo de água no solo, presença ou ausência de vegetação ou tipo de material formador do solo.

Sendo o conteúdo de água no solo um influenciador da emissividade, isso justifica a presença de temperaturas mais similares entre as profundidades nos meses que apresentaram pluviosidade. Dantas et al. (2017) avaliando a temperatura do solo nas profundidades de 5,0; 10,0; 30,0 e 50,0 cm, verificaram que, de acordo com os resultados elencados, a temperatura do solo foi mais elevada na superfície e inferior nas camadas mais profundas, o qual também foi evidenciado neste estudo em condições experimentais diferentes. Para esses autores a temperatura do solo atua diretamente sobre a dinâmica do ambiente, com grande importância para a sustentação dos níveis de produtividade e qualidade do solo, além de ter grande influência na regulamentação dos processos biológicos, na germinação de sementes, crescimento do sistema radicular, dentre outros.

Para Silva et al. (2020) a temperatura do solo é uma fração do saldo de radiação absorvida pela superfície, com isso ocorre a elevação do calor nessa faixa do solo, sendo assim o aquecimento, tal qual este aumento dá origem a um gradiente térmico no interior do solo, logo a temperatura superficial é imediatamente maior que as camadas inferiores. E devido isso, a disponibilidade de água é maior no interior do solo. Segundo Carneiro (2014) a presença de água afeta o fluxo de calor no solo, ou seja, a presença de água no solo modifica a amplitude de temperatura ao nível de superfície por ocasião da evaporação.

De acordo com os resultados evidenciados neste trabalho, a temperatura na superfície do solo geralmente é mais elevada, tendo em vista que, esta camada se apresenta mais exposta as condições adversas proporcionando a incidência direta dos raios solares, principalmente no semiárido brasileiro que os solos apresentam uma baixa cobertura vegetal. É por isso que a técnica de nucleação como “*bocaj*” é de extrema importância, sendo imprescindível na proteção

do solo contra incidência direta dos raios solares, e assim, proporcionando redução das temperaturas, redução da amplitude térmica e evitando a perda de água por evaporação.

Através da análise de correlação é possível verificar que o conteúdo de água do solo tem correlação forte inversamente proporcional com a temperatura nas diferentes camadas do solo, apresentando correlações de -0,46; -0,47 e -0,41, na superfície, a 10 cm e 20 cm de profundidade, respectivamente. A temperatura na superfície do solo apresentou correlação forte com a temperatura encontrada nas demais camadas avaliadas, isso indica que, apesar de mais baixas, as camadas mais profundas do solo tem variação da temperatura a medida que essa variável se modifica na camada superficial (Tabela 1).

Tabela 1. Correlação entre a pluviosidade e as temperaturas do solo na superfície e nas camadas de 10 e 20 cm durante o período experimental na Fazenda Cachoeira de São Porfirio, em Santa Luzia – (PB), 2020/2021.

	Superfície	10 cm	20 cm	U%	Pluviosidade
Superfície	1,00				
10 cm	0,95*	1,00			
20 cm	0,84*	0,96*	1,00		
U%	-0,46*	-0,47*	-0,41*	1,00	
Pluviosidade	-0,23	-0,15	-0,01	0,71*	1,00

* Correlação estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

Analisando a tabela 1, é possível identificar correlação positiva ($r=0,71^*$) entre os valores de pluviosidade com o conteúdo de água no solo durante o período de condução do experimento, onde à medida que houve uma pluviosidade maior, também houve um aumento dos valores do conteúdo de água no solo.

Há uma correlação inversa (-0,23) entre a pluviosidade e a temperatura na superfície do solo, o que indica que à medida que aumenta a pluviosidade há um decréscimo da temperatura na camada superficial. Para as demais camadas avaliadas há uma correlação fraca entre a pluviosidade e a temperatura, -0,15 e -0,1 para as camadas de 10 e 20 cm de profundidade, respectivamente, indicando que à medida que aumenta a profundidade há uma menor influência da pluviosidade no controle da temperatura.

A presença de água no solo é de grande importância, uma vez que a presença de água afeta o fluxo de calor, assim um maior conteúdo de água acarreta em aumento na difusividade térmica (GASPARIN et al., 2005). A intensidade da radiação solar que chega na superfície do solo faz com que ele se aqueça e se resfrie, no decorrer do dia e do ano, ocasionando variações térmicas nas camadas subjacentes. Devido ao fato da absorção e da perda de energia ocorrerem

na superfície, aliado à baixa velocidade de propagação do calor no interior do solo, as variações térmicas se limitam as camadas mais superficiais. (DANTAS et al., 2017)

4.3 Número de plantas que emergiram

Com o início das chuvas no mês de fevereiro/2020, verificou-se emergência de plântulas onde se aplicou a técnica “*bocaj*”. As espécies emergentes foram contabilizadas e identificadas quando apresentavam estruturas morfológicas para tal. É possível observar na figura 9, o surgimento de indivíduos como a faveleira, mofumbo e pinhão manso.



Figura 9. Registro de espécies emergentes na técnica “*bocaj*” nos meses de avaliação do experimento, na Fazenda experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzis - PB, 2020/2021.

De acordo com os dados mostrados (ANEXO I), verifica-se que, apesar da jurema-preta ser uma espécie que produz muito frutos e, por conseguinte, muitas sementes (VALE et al., 1985), o banco de sementes utilizado no presente experimento não propiciou a germinação de sementes da jurema. Isto pode ser consequência da presença de predadores (aves, roedores e insetos em geral) que se utilizam das sementes como recurso alimentar.

Esperava-se que surgissem nas covas onde se utilizou o banco de sementes de jurema-preta um número elevado de plântulas dessa espécie, já que a quantidade de sementes dispersada de jurema-preta ocorre sempre em quantidade elevada. As sementes desta espécie apresentam uma alta taxa de germinação, é adaptada as características do semiárido, além de ser uma espécie pioneira. Para Bakke et al. (2006) é válido se verificar como ocorre a regeneração natural da jurema-preta. Esta discussão pode ser entendida, também, para o banco de sementes oriundo da catingueira e umburana.

Já para a faveleira e o pinhão manso, que fazem parte da mesma família botânica, que não tiveram seus bancos de sementes utilizados no presente estudo, a germinação de sementes destas espécies ocorreu, mostrando, desse jeito, que a dispersão das sementes, ajudou positivamente para que estas se fizessem presentes nas covas e germinassem.

No final do estudo, foram contabilizados um total de 62 plântulas de faveleira, seguido das cactáceas, mofumbo e pinhão manso, com 18, 9 e 6 plântulas, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Número total de plantas em função dos diferentes bancos de sementes no final do experimento, na Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzia – (PB), 2020/2021.

Espécie	Banco de sementes					Total
	Mofumbo	Catingueira	Jurema	Umburana	Mistura	
Faveleira	9dA	1cD	26aA	11cA	15bA	62
Cactácea	2bC	14aA	0dB	1cC	1cB	18
Mofumbo	5aB	4bB	0cB	0cD	0cC	9
Pinhão manso	0dD	2bC	0dB	3aB	1cB	6
Total	16	21	26	15	17	95

*Letras iguais maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas são iguais entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância ($p < 0,05$).

O tratamento mofumbo foi o único que apresentou germinação de sementes da mesma espécie do banco de sementes coletada, como pode ser verificado na tabela 2. Porém, não resistiu até o último mês do experimento; embora tenha ocorrido a germinação, provavelmente, a redução do conteúdo de água no solo não foi suficiente para o estabelecimento das plântulas, ocasionando a mortalidade.

A faveleira surgiu em todos os bancos de sementes aplicados na técnica *bocaj*, apresentando-se com o maior número de indivíduos no tratamento onde foi retirado o banco de sementes da copa da jurema-preta, diferindo estatisticamente (Tabela 2). A maior emergência de plântulas de faveleira em todos os bancos de sementes ocorreu provavelmente devido à dispersão dos frutos, que se dá pelo lançamento das sementes a longas distâncias (deiscência dos frutos) e pela zoocoria (PINTO, 2014; MEDEIROS; OLIVEIRA, 2020). Estudos realizados anteriormente, onde foi aplicado a técnica “*bocaj*” por Pinto (2014), Gomes (2015) e Nascimento Neto (2016), apontaram que o maior número de indivíduos também foi da espécie faveleira.

Sousa et al. (2020), estudando a transposição do banco de sementes do solo para restauração ecológica da Caatinga, verificaram que, dentre as famílias com maior representatividade, destacou-se a família *Euphorbiaceae*, na qual se encontram inseridos a

faveleira e o pinhão manso. Em concordância, Ferreira et al. (2014), com objetivo de avaliar a composição florística do banco de sementes no solo e na serapilheira, em diferentes estágios de regeneração natural em área de Caatinga, entre as famílias elencadas, também evidenciaram a família *Euphorbiaceae*.

Na figura 10 é possível observar, mensalmente, o número de plantas que surgiram no período experimental. Nota-se, que houve redução no número de plantas com o início da estação seca.

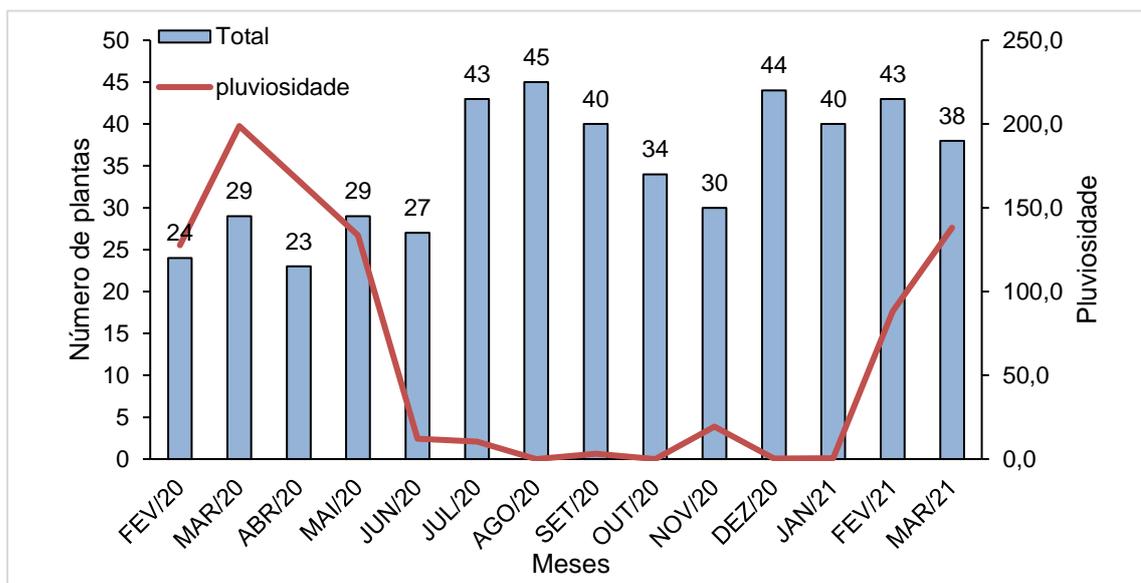


Figura 10. Número de planta que surgiram no transcorrer dos meses de avaliação), Santa Luzia (PB), 2020/2021.

A avaliação da primeira contagem para o número de plantas que emergiram em fevereiro/20 aos 30 dias de instalação do experimento resultou em um total de 24 plantas. Nos meses de setembro/20, outubro/20 e novembro/20, o número de plantas começou a reduzir consideravelmente, possivelmente em função do estresse hídrico e elevadas temperaturas, variáveis que são comuns nessa época do ano, provocando a mortalidade de algumas plantas, tendo em vista que esse é um fator limitante para sobrevivência, desenvolvimento e permanência dos vegetais. Observa-se que os pulsos de pluviosidade que ocorreram no mês de novembro/20 foram suficientes para facilitar a germinação de sementes que se encontravam no banco de sementes do solo, refletindo assim, em um número de plantas mais elevado em dezembro/20.

4.4 Número de planta por covas

O número médio de plantas que surgiram nas covas dos tratamentos aplicados variou de 1,0 até 2,7 plantas por cova. Nos tratamentos onde se utilizou o banco de sementes oriundo da catingueira e da mistura propiciou o maior número de plantas que surgiram nas covas (Tabela 3). O número médio de plantas para o mês de fevereiro/21 foi superior nos tratamentos de mofumbo, catingueira, jurema preta e mistura dos bancos de sementes, diferindo estatisticamente do banco de sementes da umburana.

Tabela 3. Número médio de plantas surgidas nas covas abertas na área experimental (técnica “*bocaj*”) em função do tipo de banco de sementes e dos meses, na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, em Santa Luzia (PB), 2020/2021.

Mês	Tratamentos				
	Mofumbo	Catingueira	Jurema	Umburana	Mistura
fev/20	1,0 aA	1,0 aA	2,1 aA	2,1 aA	2,4 aA
mar/20	2,3 aA	2,0 aA	2,1 aA	2,1 aA	2,4 aA
abr/20	2,1 aA	2,1 aA	2,1 aA	2,0 aA	2,4 aA
mai/20	2,2 aA	2,2 aA	2,0 aA	2,0 aA	2,5 aA
jun/20	2,3 aA	2,1 aA	2,2 aA	2,6 aA	2,6 aA
jul/20	2,1 aA	2,4 aA	2,1 aA	2,1 aA	2,4 aA
ago/20	2,2 aA	2,4 aA	2,1 aA	2,1 aA	2,4 aA
set/20	2,2 aA	2,4 aA	2,1 aA	2,1 aA	2,2 aA
out/20	2,2 aA	2,4 aA	2,1 aA	2,0 aA	2,2 aA
nov/20	2,2 aA	2,5 aA	2,1 aA	2,0 aA	2,2 aA
dez/20	2,4 aA	2,5 aA	2,5 aA	2,2 aA	2,4 aA
jan/21	2,4 aA	2,5 aA	2,2 aA	2,1 aA	2,1 aA
fev/21	2,3 abA	2,7 aA	2,4abA	2,1 bA	2,3abA
mar/21	2,4 aA	2,1 aA	2,3 aA	2,1 aA	2,3 aA

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas são iguais entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância ($p < 0,05$).

Observa-se na tabela 3 que o número de plantas que cresceram nas covas correspondentemente aos cinco tratamentos utilizados nos meses de avaliação só deferiu estatisticamente no mês de fevereiro/2021, tendo no tratamento onde se utilizou o banco de semente proveniente da catingueira, possivelmente isso ocorreu devido à maior disponibilidade de sementes viáveis presente no material, favorecendo a germinação no mês de fevereiro/21 com a ocorrência das chuvas. Diante da sazonalidade e irregularidade do regime pluviométrico na caatinga, os bancos de sementes no solo constituem uma das principais estratégias de

sobrevivência em longo prazo das comunidades vegetais, relacionadas aos diferentes tipos de dormência e germinação das sementes das populações que compõem a comunidade, onde se observa que com o início das chuvas há uma alta velocidade de rebrotamento das espécies (SANTOS et al., 2020)

Em contrapartida, onde se utilizou o banco de semente advindo da área embaixo da copa de umburana ocorreu o menor número médio de plantas no mês de fevereiro/21, não apresentando diferença estatisticamente dos tratamentos avaliados, exceto do tratamento catingueira. Possivelmente isso pode ter ocorrido em função de algum efeito alopatóico, pois quando as sementes são submetidas a condições de toxicidade causada por alguma substância química, esse fator pode induzi-las a apresentarem dormência secundária, e assim, interferir na germinação de sementes, bem como no estabelecimento e desenvolvimento de indivíduos vegetais próximos (FERREIRA et al., 2010).

Quanto ao efeito alopatóico das plantas que constitui a paisagem da flora da Caatinga brasileira, Lessa et al. (2019) analisando o efeito alopatóico por meio de extratos aquosos de folhas frescas e secas na germinação de sementes da planta daninha *Amaranthus deflexus* em função da espécie *Amburana cearenses* e *Plectranthus barbatus* sobre a germinação de sementes de caruru (*Amaranthus deflexus*), comprovaram o efeito alopatóico para a espécie *Amburana cearenses* independentemente do método de preparação do extrato.

Silva et al. (2020) em estudo realizado para obter melhor conhecimento sobre o efeito alopatóico das espécies da Caatinga, destacam que a presença de compostos considerados como aleloquímicos nesses vegetais *Mimosa tenuiflora* (Mart.) Benth. (jurema-preta), *Ziziphus joazeiro* Mart. (juazeiro), *Spondias tuberosa* Arruda Câm. (umbuzeiro), *Schinopsis brasiliensis* Engl. (baraúna), *Astronium urundeuva* (M. Allemão) Engl. (aroeira do sertão), *Erythrina velutina* Willd. (mulungu), *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *ferrea* (pau ferro), *Amburana cearensis* (Allemão) A.C.Sm. (amburana de cheiro) e *Croton sonderianus* Mull.Arg. (marmeleiro), dentre outras. Pode afetar a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas, tornando-se pertinente o desenvolvimento de pesquisa com espécies da caatinga para explorar potencial alelopático sobre a germinação e desenvolvimento inicial de plântulas.

Trabalhos futuro poderão constituir investigações do efeito de *Commiphora leptophloeos* Mart (umburana) responsáveis pela inibição do processo germinativo, tendo em vista que o material incorporado nas covas deste estudo consiste na presença do material vegetal, presente no banco de semente do solo, extraído na delimitação da copa das espécies.

Estudos realizados anteriormente onde se aplicou a técnica “*bocaj*”, com relação as plantas que emergiram nos bancos de sementes avaliados, Pinto (2014) registrou que no

tratamento catingueira ocorreu o maior número de surgimento de indivíduos no total, totalizando 17, no qual 58,82% foram faveleira. Avaliando a maior sobrevivência de plantas, Gomes (2015), constatou que no banco de sementes de catingueira, a espécie pinhão manso alcançou uma taxa de sobrevivência de 83%. Já Nascimento Neto (2016) em estudo realizado na mesma área constatou uma sobrevivência de 100% da espécie nas mesmas condições.

Assim como neste estudo, Três; Reis (2009) utilizando a técnica de transposição de solo e banco de sementes, verificaram que a transposição de núcleos de solo transportou para a área um novo banco de semente, proporcionando o surgimento de 36 espécies diferentes, onde 32% representavam os arbustos e 16% os indivíduos arbóreos, para esses autores essa técnica possibilitou potencial para desencadear e conduzir um processo de sucessão nas áreas degradadas.

A presença de diferentes espécies no banco de sementes do solo pode ocorrer devido alguns fatores, dentre estes estão os fatores bióticos ou abióticos (vento, chuva e animais), além dos diferentes tipos de perturbações no ambiente e a forma de dispersão da semente (SANTOS et al., 2020). Assim, esses aspectos podem influenciar diretamente na composição e densidade do banco de sementes do solo em áreas de caatinga.

No tocante ao número de plantas por cova em função da profundidade da cova, constata-se que houve diferença entre os tratamentos aplicados (Tabela 4).

Tabela 4. Número de plantas por cova em função da profundidade da cova e do tipo de banco de semente, na Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio I (técnica “*bocaj*”), em Santa Luzia (PB), 2020/2021.

Profundidades (cm)	Tratamentos				
	Mofumbo	Catingueira	Jurema	Umburana	Mistura
10	1,49 bB	1,44 bB	1,38 bA	1,00 bB	2,41 aA
20	2,13 bA	2,98 aA	1,67 bA	1,41 bA	1,40 bB

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas são iguais entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância ($p < 0,05$).

Observa-se que o número de plantas por cova variou de 1,00 planta por cova no tratamento umburana com a profundidade de 10 cm, até 2,98 plantas por cova, no tratamento catingueira, a 20 cm de profundidade. O maior número de plantas por covas foi encontrado nos tratamentos compostos pelo banco de sementes da mistura e da catingueira nas covas de 10 cm e 20 cm de profundidade, respectivamente (Tabela 4).

Ao se analisar as profundidades estudadas, nota-se que ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos. No tratamento onde se utilizou o banco de semente coletado embaixo da copa do mofumbo, catingueira, umburana e mistura, na cova aberta com 20 cm de

profundidade, o número de plantas foram superiores às covas abertas com 10 cm de profundidade.

Com relação as profundidades das covas que foram submetidos os bancos de sementes isoladamente, destaca-se o tratamento mistura para o número de plantas, que contém o conjunto do banco de sementes de todas espécies na profundidade de 10 cm. E isso pode ser explicado por esse tratamento mesclar todos bancos de sementes, apresentando uma grande heterogeneidade, e que quando distribuído em covas com profundidade menor favorece a germinação, pois percebe-se que no tratamento onde utilizou apenas o banco de sementes de catingueira a profundidade de 20 cm sobressaiu melhor.

Os resultados apontados no estudo de Souto et al. (2017) com relação a porcentagem de sobrevivência das plantas no período experimental, utilizando a técnica “*bocaj*”, com o material preenchido em uma única profundidade de covas de 20 cm, evidenciaram que no banco de sementes proveniente de mistura foi observado uma taxa de sobrevivência de 100% do pinhão manso.

4.5 Altura média de plantas

Os valores médios para altura de plantas (Tabela 5) revela que houve diferenças estatísticas em função dos tratamentos avaliados e meses de estudo, evidencia-se destaque do banco de semente retirado embaixo da copa de catingueira.

Tabela 5. Altura média de plantas (cm) na técnica “*bocaj*”, em diferentes tratamentos aplicados em função dos meses de avaliação, Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzia – (PB), 2020/2021.

Mês	Tratamentos				
	Mofumbo	Catingueira	Jurema	Umburana	Mistura
fev/20	1,0 aA	1,0 aA	3,9 aA	3,6 aA	3,6 aA
mar/20	2,5 bA	5,7 aA	2,8 bA	3,8 abA	3,6 abA
abr/20	3,1 aA	4,2 aA	3,0 aA	4,4 aA	3,7 aA
mai/20	2,9 aA	3,5 aA	3,5 aA	4,0 aA	3,6 aA
jun/20	3,0 aA	3,7 aA	3,8 aA	4,0 aA	3,3 aA
jul/20	3,0 aA	3,6 aA	3,4 aA	3,8 aA	3,9 aA
ago/20	2,8 aA	2,9 aA	3,1 aA	3,7 aA	3,2 aA
set/20	2,7 aA	3,0 aA	3,4 aA	3,7 aA	3,4 aA
out/20	3,4 aA	3,1 aA	3,4 aA	3,9 aA	3,3 aA
nov/20	2,7 aA	3,3 aA	3,5 aA	4,0 aA	3,3 aA
dez/20	3,3 aA	3,2 aA	3,4 aA	3,0 aA	3,1 aA
jan/21	3,9 aA	3,4 aA	3,3 aA	3,5 aA	3,2 aA
fev/21	4,0 aA	3,4 aA	3,0 aA	3,4 aA	2,8 aA
mar/21	4,3 abA	4,4 aA	2,8 bA	3,7 abA	3,1 abA

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas são iguais entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância ($p < 0,05$)

As plantas apresentaram variação na altura nos bancos de sementes avaliados, sendo que a altura máxima foi registrada no mês de março/20 no tratamento catingueira (5,7 cm) e a mínima (1,0 cm) no mês de fevereiro/20, onde se utilizou o banco de sementes do mofumbo e da catingueira (Tabela 5).

O tratamento composto pelo banco de sementes oriundo da catingueira proporcionou um maior crescimento das plantas, porém, não deferiu estatisticamente do banco de sementes de umburana e mistura, composto por todos os bancos de sementes. E, provavelmente isso ocorreu em função da disponibilidade de água no solo, refletindo assim em um maior desenvolvimento das plantas nesses meses, pois observa-se que onde a disponibilidade de água no solo foi inferior houve decréscimo no crescimento das plantas. Dentre os parâmetros ambientais abióticos que afetam o crescimento vegetal encontra-se a disponibilidade de água no solo, um decréscimo na disponibilidade de água também teria um efeito de redução no crescimento, tendo em vista que as plantas fecham seus estômatos para evitar a perda de água por transpiração, com isso, reduzindo a fotossíntese e conseqüentemente o crescimento (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Pinto (2014) elencou os melhores resultados de crescimento da faveleira para o banco de sementes de jurema-preta, umburana e mistura, com valores médios de 6,91 e 5,65 e 5,38

cm de altura, já o pinhão manso obteve um maior crescimento no banco de semente de catingueira e mistura. Para este estudo, o maior valor médio de altura de plantas também foi encontrado no banco de semente de umburana, catingueira e mistura de todos os bancos de sementes, já o banco de semente de jurema-preta apresentou resultados inferiores. Souto et al. (2017) avaliando altura média da faveleira oriundas da utilização da técnica “*bocaj*” encontraram que as plantas apresentaram inicialmente valores médios baixo para a variável altura de plantas, sendo no início uma altura média de 2,82 cm e no final do experimento de 11,07 cm, superior aos valores encontrados neste estudo.

Pode-se observar na tabela 6, que na profundidade de 20 cm os tratamentos mofumbo, catingueira, umburana e mistura foram superiores quando comparado com a profundidade de 10 cm.

Tabela 6. Altura de plantas (cm) na técnica “*bocaj*” em duas profundidades de avaliação submetidas a diferentes tratamentos na Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzia – (PB), 2020/2021.

Profundidades (cm)	Tratamentos				
	Mofumbo	Catingueira	Jurema	Umburana	Mistura
10	3,35 cB	8,56 bB	3,91cA	20,31 aA	3,52 cB
20	12,33 aA	4,34 bA	6,09 bA	5,28 bB	11,34aA

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas são iguais entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância ($p < 0,05$).

O tratamento jurema-preta não apresentou diferença estatística para duas profundidades, a qual foi submetido os bancos de sementes. Comparando dentre as profundidades 10 e 20 cm, o banco de semente umburana quando submetido em covas com profundidades de 10 cm foi superior aos demais, já a 20 cm destacou-se o banco de semente de mofumbo e mistura de todos banco de sementes.

Verifica-se que a variável altura de plantas em função das profundidades 10 e 20 cm, o banco de sementes retirado da copa de umburana apresentou os melhores resultados no geral. Como visto anteriormente esse tratamento obteve a menor média de plantas por covas, e isso pode justifica um maior desenvolvimento das espécies, tendo em vista que quanto maior o número de plantas por covas maior será a competitividade por água e nutrientes entre si, interferindo diretamente no crescimento e desenvolvimento das espécies.

4.6 Diâmetro médio de planta

Constata-se para o diâmetro médio de plantas que houve interação entre os bancos de sementes e meses de estudos (Tabela 7).

Tabela 7. Diâmetro de plantas (mm) na técnica “*bocaj*” em diferentes tratamentos aplicados em função dos meses de avaliação, Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzia – (PB), 2020/2021.

Mês	Tratamentos				
	Mofumbo	Catingueira	Jurema	Umburana	Mistura
mar/20	2,1 bA	4,9 aA	2,9 abA	3,2 abA	2,8 abA
abr/20	2,1 aA	3,0 aA	2,3 aA	3,4 aA	2,9 aA
mai/20	2,0 aA	2,7 aA	2,7 aA	3,2 aA	2,9 aA
jun/20	2,4 bA	3,0 abA	3,2 abA	4,0 aA	2,9 abA
jul/20	2,8 bA	4,4 aA	3,2 bA	3,6 abA	3,4 bA
ago/20	2,3 aA	3,5 aA	2,7 aA	3,5 Aa	2,8 aA
set/20	2,3 bA	3,7 aA	2,6 abA	3,3 Aab	2,9 abA
out/20	2,6 aA	3,5 aA	2,5 aA	3,1 aA	2,8 aA
nov/20	2,0 bA	3,8 aA	2,6 abA	3,1 abA	2,7 abA
dez/20	2,6 bA	3,9 aA	2,5 bA	2,5 bA	2,7 bA
jan/21	2,8 aA	3,7 aA	2,7 aA	2,8 aA	2,8 aA
fev/21	3,1 abA	3,9 aA	2,6 bA	2,9 abA	2,5 bA
mar/21	3,3 abA	4,1 aA	2,7 bA	2,9 abA	2,7 abA

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas são iguais entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância ($p < 0,05$)

O diâmetro médio de plantas, dentro dos tratamentos isoladamente não apresentou diferença estatística em função dos meses de avaliação. Os menores valores para essa variável foram encontrados nos meses iniciais do estudo, com variação de 2,9 mm até 3,7 mm nos meses com menor e maior diâmetro, respectivamente.

De acordo com os resultados da tabela 7, o banco de sementes de catingueira quando observado em função dos meses de estudos destacou-se estatisticamente em dezembro/20. Pinto (2014), avaliando o parâmetro diâmetro de plantas em função do banco de sementes, utilizando a mesma técnica, constatou em seus resultados que não houve diferença entre os tratamentos avaliados, ainda assim, o pinhão manso no banco de sementes retirado embaixo da catingueira alcançou os melhores resultados médio de diâmetro.

O comportamento do diâmetro médio das plantas nos meses de estudos apresentou efeito crescente, sendo que nos meses iniciais foram registrados os menores valores do diâmetro médio. Souto et al. (2017) evidenciaram resultados semelhantes com os encontrados para o diâmetro médio das plantas de faveleira, em que o diâmetro médio nos meses de fevereiro/2015 até junho/2015, foi crescente, e que a partir de julho/2015 até novembro/2015 houve uma diminuição. Ainda de acordo com os autores isso ocorreu em função do baixo conteúdo de água no solo, devido à baixa pluviosidade registrada durante o período experimental.

O diâmetro de plantas teve um destaque superior nas covas com 20 cm para o banco de sementes de mofumbo, catingueira e mistura. Para o tratamento jurema-preta e umburana não houve diferença estatística entre as duas profundidades (Tabela 8).

Tabela 8. Diâmetro médio (mm) de plantas na técnica “*bocaj*” em duas profundidades de avaliação submetidas a diferentes tratamentos na Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzia – (PB), 2020/2021.

Profundidades (cm)	Tratamentos				
	Mofumbo	Catingueira	Jurema	Umburana	Mistura
10	1,48 cB	6,84 bB	2,60 cA	14,36 aA	2,96 cB
20	6,23 bA	10,85 aA	3,53 bcA	3,33 cA	4,75 bcA

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas são iguais entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância ($p < 0,05$)

Entre os bancos de sementes avaliados isoladamente nas duas profundidades de covas, o banco de sementes de umburana foi o que apresentou resultados mais satisfatório quando submetido em covas com profundidade de 10 cm, já para as covas de 20 cm houve destaque para o banco de sementes da catingueira.

No geral, as plantas do banco de sementes extraído embaixo da copa de catingueira durante os meses de estudos apresentou diâmetro médio maior quando submetido em covas com profundidades de 20 cm. Souto et al. (2017) analisando o incremento médio do diâmetro de plantas oriundas da utilização da técnica “*bocaj*” em covas com profundidade de 20 cm, constataram que o diâmetro médio do pinhão manso apresentou comportamento crescente ao longo do período de experimento, entretanto, diferente deste estudo não houve comparação da profundidade.

4.7 Número de folhas

Na tabela 9 pode-se observar que houve interação significativa entre os bancos de sementes e meses avaliados a 5% de significância para o número de folhas.

Tabela 9. Número de folhas por plantas na técnica “*bocaj*” em diferentes tratamentos aplicados em função dos meses de avaliação, Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzia – (PB), 2020/2021.

Mês	Tratamentos				
	Mofumbo	Catingueira	Jurema-preta	Umburana	Mistura
mar/20	3,0 aA	3,8 aA	3,4 aA	3,3 aA	3,3 aA
abr/20	3,1 aA	3,2 aA	2,6 baA	2,5 aA	2,7 abA
mai/20	3,0 aA	3,1 aA	2,2 baA	2,2 aA	2,3 aAB
jun/20	2,5 aA	2,7 aA	1,7 baA	2,0 aA	1,0 aB
jul/20	1,5 aA	1,1 aA	1,0 aB	2,0 aA	1,1 aB
ago/20	2,4 aA	1,1 aA	1,0 aB	1,8 aA	1,0 aB
set/20	2,3 aA	1,4 aA	1,0 aB	1,7 aA	1,0 aB
out/20	2,3 aA	1,5 aA	1,0 aB	1,0 aA	1,0 aB
nov/20	2,7 aA	1,5 aA	1,0 aB	1,0 aA	1,0 aB
dez/20	2,9 aA	1,6 aA	2,4 baA	1,4 aA	1,9 aAB
jan/21	3,4 aA	1,4 cA	2,7 abAB	1,5 bcA	1,0 cB
fev/21	3,4 aA	1,5 bA	2,6 abA	2,3 abA	1,6 bAB
mar/21	3,3 aA	2,0 aA	3,1 aA	3,3 aA	2,1 aAB

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas são iguais entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância ($p < 0,05$)

No geral, em relação aos meses de avaliação as plantas apresentaram maior número de folhas em março/20, fevereiro/21 e março/21. E nos meses de julho/20 a novembro/20 foram encontrados o menor número de folhas em todos os tratamentos avaliados (Tabela 9).

Conforme a tabela 9, embora todos os tratamentos tenham apresentado resultados positivos para a variável número de folhas, os meses de julho/20 a novembro/20 apresentaram resultados bem inferiores, e isto ocorreu em resposta a deficiência hídrica. Sabe-se que a vegetação da Caatinga, é composta principalmente por espécies caducifólias, onde a escassez de água e a sazonalidade, determinadas por pulsos chuvosos seguidos por períodos secos variáveis, são os principais fatores que influencia organismos em regiões semiáridas (BARROS; SOARES, 2013).

Constata-se que no mês de março/20, janeiro/21 e março/21 a expansão das folhas foi bem elevada, destacando-se dos demais meses. Vale salientar que o mês de novembro/20 houve eventos pluviométricos, que foram suficientes para contribuir na elevação do número maior de folhas nos meses posteriores dezembro/20, janeiro/21. Henriques *et al.* (2016) em seu estudo sobre a ciclagem de nutrientes e interferência da precipitação pluviométrica em área de Caatinga, reportam que a maior produção da fração folhas na Caatinga deve-se ao fato de que há uma renovação da folhagem, favorecida pela ocorrência das chuvas.

Pode-se observar que houve interação estatística entre a profundidade e os bancos de sementes avaliados. Para a profundidade de 20 cm, verifica-se que o banco de sementes mofumbo se mostrou superior aos demais (Tabela 10).

Tabela 10. Número de folhas em plantas na técnica “*bocaj*” em duas profundidades de avaliação submetidas a diferentes tratamentos na Fazenda Experimental Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzia – (PB), 2020/2021.

Profundidades (cm)	Tratamentos				
	Mofumbo	Catingueira	Jurema-preta	Umburana	Mistura
10	2,78 aB	2,38 aA	3,38 aA	3,44 aA	1,15aA
20	14,87 aA	0,08 cB	2,83bA	3,15 bA	1,91bcA

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas são iguais entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância ($p < 0,05$)

É possível observar no geral, na tabela 10, que o preenchimento das covas com 20 cm de profundidade, com o banco de sementes coletado sob a copa do mofumbo proporcionou o maior número de folhas do que em covas com 10 cm de profundidade.

CONCLUSÕES

O banco de sementes oriundo da copa de catingueira na técnica “*bocaj*” mostrou-se mais eficiente.

A profundidade de covas com 20 cm expressou-se melhor para as variáveis número de plantas por cova, altura e diâmetro do caule.

A faveleira apresenta maior adaptabilidade as condições do Núcleo de Desertificação do Seridó.

A técnica de nucleação “*bocaj*” é uma metodologia viável e eficaz na restauração de área degradada.

REFERENCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ANDRADE NETTO, D. S. **Cartilha de restauração florestal de Áreas de Preservação Permanente, Alto Teles Pires, MT**. Piracicaba: LERF/ESALQ/USP, 2015. 33p.
- ANDRADE, R. L.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P.C.; BEZERRA, D. M. deposição de serrapilheira em área de caatinga na RPPN “Fazenda Tamanduá”, Santa Terezinha – PB. *Revista Caatinga*. V. 21, n. 2, p. 223-230, 2008.
- ANTONGIOVANNI, M. **Fragmentação, conservação e restauração da Caatinga**. 2017. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2017.
- BAKKE, I. A.; BAKKE, O. A; ANDRADE, A. P.; SALCEDO, I. H. Regeneração natural da jurema preta em áreas sob pastejo de bovinos. *Revista Caatinga*, v. 19, n. 3, p. 228-235, 2006.
- BANDA-R, K. et al. Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. *Science*, v. 353, n. 6306, p. 1383-1387, 2016.
- BARROS, I. O.; SOARES, A. A. Adaptações anatômicas em folhas de marmeleiro e velame da caatinga brasileira. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 44, n. 1, p. 192-198, 2013.
- BECHARA, F.C. **Unidades Demonstrativas de Restauração Ecológica através de Técnicas Nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga**. 2006. 249p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. 2006.
- BRANCALION, P. H. S.; VIANI, R. A. G.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**, v. 2, 2012.
- BRANCALION, P. H. S.; VIANI, R.A.G.; RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**, v. 2, 2012.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca - PAN/BRASIL**. Brasília: MMA, 2004. 242p.
- CÂNDIDO, H. G.; BARBOSA, M. P.; SILVA, M. J. Avaliação da degradação ambiental de parte do Seridó Paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 6, n. 2, p. 368-371, 2002.
- CARNEIRO, R. G.; MOURA, M. A. L.; SILVA, V. P. R.; SILVA JÚNIOR, R. S.; ANDRADE, A. M. D.; SANTOS, A. B. Estudo da temperatura do solo em dois biomas florestais nos períodos, chuvoso e seco. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.6, n.4, p. 1009-1022, 2013.
- CARNEIRO, R. G.; MOURA, M. A.; SILVA, V. D. P; SILVA JUNIOR, R. S.; ANDRADE, A.; SANTOS, A. B. D. Variabilidade da temperatura do solo em função da liteira em fragmento remanescente de mata atlântica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, n. 1, p. 99-108, 2014.

- CORTEZ, J. W.; NAGAHAMA, H. D. J.; OLSZEWSKI, N.; PATROCINIO FILHO, A. P.; SOUZA, E. B. Umidade e temperatura de argissolo amarelo em sistemas de preparo e estádios de desenvolvimento do milho. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 4, p. 699-710, 2015.
- COSTA, T. C. C.; OLIVEIRA, M. A. J.; ACCIOLY, L. J. O.; SILVA, F. H. B. B. Análise da degradação da Caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 961-974, 2009.
- DAMASCENO, J.; SOUTO, J. S. Indicadores biológicos do Núcleo de Desertificação do Seridó ocidental da Paraíba. **Revista de Geografia**, v. 31, n. 1, p. 100-132, 2014.
- DANTAS, D.; BARBOSA, G. P.; CUNHA, E. G. S.; SOUZA, M. J. H.; SOUZA, C. M. P. Temperatura do ar e do solo em diferentes profundidades, em Diamantina-MG/Air temperature and soil in different depths in Diamantina-MG. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 3, p. 61-66, 2017
- DUQUE, J. G. **Solo e água no polígono das secas**. 3ª ed. Fortaleza: Tipografia Minerva, 1953.
- DUTRA, D. J., BRIANEZI, D.; COELHO, C. W. G. A. Uso de Geotecnologias para Análise da Dinâmica da Vegetação da Sub-bacia do Ribeirão Serra Azul, MG. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 43, n. 4, p. 283-292, 2020.
- DUTRA, D. J.; BRIANEZI, D.; COELHO, C. W. G. A. Uso de Geotecnologias para Análise da Dinâmica da Vegetação da Sub-bacia do Ribeirão Serra Azul, MG. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 43, n. 4, p. 283-292, 2020.
- ESPINDOLA, M. B.; REIS, A.; SCARIOT, E. C.; TRES, D. R. **Recuperação de áreas degradadas: a função das técnicas de nucleação**. 2006 Disponível em: http://www.lras.ufsc.br/images/stories/art_marina-ademir.pdf> Acesso em: 18 de maio de 2021.
- FERREIRA, C. D.; SOUTO, P. C., LUCENA, D. S., SALES, F. C. V.; SOUTO, J. S. Florística do banco de sementes no solo em diferentes estágios de regeneração natural de Caatinga. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 4, p. 562-569, 2014.
- FERREIRA, E. G. B. S.; MATOS, V. P.; SENA, L. H. M.; SALES, A. G. D. F. A. Efeito alelopático do extrato aquoso de sabiá na germinação de sementes de fava. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 3, p. 463-467, 2010.
- GASPARIM, E.; RICIERI, R. P.; SILVA, S. L.; DALLACORT, R.; GNOATTO, E. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 27, n. 1, p. 107-114, 2005.
- GOMES, R. **Aplicação da técnica “bocaj” e condições microclimáticas em área degradada no Seridó da Paraíba**. 2015. 39f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos.
- HENRIQUES, Í. G. N.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C.; SANTOS, W. S.; HENRIQUES, I. G. N.; LIMA, T. S. Acúmulo, deposição e decomposição de serrapilheira sob a dinâmica vegetal da Caatinga em Unidade de Conservação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 1, p. 84-89, 2016.
- KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A. Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas. **IPEF**, n. 41/42, p. 83-93, 1989.

- LEITE, I. A.; GUEDES, A. F.; SILVA, M. K. C.; LEONARDO, F. A. P.; SOUTO, J. S. S. Temperatura e umidade do solo em função do uso de técnica nucleadora no Semiárido. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 15, n. 3, p. 168-175, 2019.
- LESSA, B. F. D. T.; SILVA, M. L. D. S.; BARRETO, J. H.; OLIVEIRA, A. B. Efeitos alelopáticos de extratos aquosos de folhas de *Amburana cearensis* e *Plectranthus barbatus* na germinação de *Amaranthus deflexus*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 79-86, 2017.
- LUCENA, M. S. Aspectos ambientais das áreas susceptíveis à desertificação e características socioambientais do Núcleo de Desertificação do Seridó do Rio Grande do Norte (RN) e Paraíba (PB). **HOLOS**, v. 5, p. 1-17, 2019.
- MARIOT, A.; MARTINS, L. C.; VIVIANI, J. V.; PEIXOTO, E. R. 2007. **A Utilização de Técnicas Nucleadoras na Restauração Ecológica do Canteiro de Obras da UHE Serra do Falcão**. Disponível em <http://www.cadp.org.ar/docs/congresos/2008/76.pdf>. Acesso em: 18 de maio de 2021.
- MARTIN, D. Ecological restoration should be redefined for the twenty-first century. **Restoration Ecology**, v. 25, p. 668-673, 2017.
- MEDEIROS, J. A.; OLIVEIRA, V. P. V. Importância da faveleira na conservação da caatinga: uma análise após o ciclo de secas 2012-2018 em área em processo de desertificação. **Revista Geotemas**, v. 10, n. 2, p. 06-24, 2020.
- NASCIMENTO NETO, J. H. Aplicação de técnica restauradora em área de caatinga no Seridó da Paraíba, Brasil. 2016. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos.
- NASCIMENTO, F. R. Os semiáridos e a desertificação no Brasil. **REDE – Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 9, n. 2, p. 07-26, 2015.
- OLIVEIRA, M. L. D.; RUIZ, H. A.; COSTA, L. M. D.; SCHAEFER, C. E. Flutuações de temperatura e umidade do solo em resposta à cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 4, p. 535-539, 2005.
- OLIVEIRA, R. E.; ENGEL, V. L. A restauração florestal na Mata Atlântica: três décadas em revisão. **Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 40-48, 2017.
- PEREIRA NETO, M. C. **Predisposição à desertificação no Núcleo Seridó (RN - BRASIL): Geocologia de Paisagens Semiáridas**. 2016. 197f. Tese (Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2016.
- PEREZ-MARIN, A. M.; CAVALCANTE, A. M. B.; MEDEIROS, S. S.; TINÔCO, L. B. M.; SALCEDO, I. H. Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica? **Parc. Estrat.**, v. 17, n. 34, p. 87-106, 2012.
- PINTO, M. G. C. **Avaliação da técnica nucleadora “bocaj” na restauração de áreas degradadas no Seridó da Paraíba**. 2014. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos.
- REIS, A.; BECCHARA, F.C.; ESPÍNDOLA, M.B.; VIEIRA, N.K.; SOUZA, L.L. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, v.1, n.1, p.28-16, 2003.

- REIS, A.; BECHARA, F. C.; TRES, D. R. Nucleation in tropical ecological restoration. **Scientia Agricola**, v. 67, n. 2, p. 244-250, 2010.
- REIS, A.; BECHARA, F. C.; TRES, D. R.; TRENTIN, B. E. Nucleação: concepção biocêntrica para a restauração ecológica. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 2, p. 509-519, 2014.
- REIS, A.; TRES, D. R.; SCARIOT, E. C. Restauração na Floresta Ombrófila Mista através da sucessão natural. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 55, p. 67, 2007.
- RODRIGUES, A. B. M.; GIULIATTI, N. M.; PEREIRA JÚNIOR, A. Aplicação de metodologias de recuperação de áreas degradadas nos biomas brasileiros. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 1, p. 333-369, 2020.
- RODRIGUES, B. D.; MARTINS, S. B.; LEITE, H. G. avaliação do potencial da transposição da serapilheira e do banco de sementes do solo para restauração florestal em áreas degradadas. **Revista Árvore**, v. 34, n. 1, p.65-73, 2010.
- SANTANA, J. A. S.; SOUTO, J. S. Diversidade e Estrutura Fitossociológica da Caatinga na Estação Ecológica do Seridó-RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 2, p. 232-242, 2006.
- SANTOS, A. M. S.; BRUNO, R. D. L. A.; CRUZ, J. O.; SILVA, I. D. F.; ANDRADE, A. P. Variabilidade espacial do banco de sementes em área de Caatinga no Nordeste do Brasil. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 2, p. 542-555, 2020.
- SANTOS, W. M.; SOUZA, R. M. S.; SOUZA, E. S.; ALMEIDA, A. Q.; ANTONINO, A. C. D. Variabilidade espacial da sazonalidade da chuva no semiárido brasileiro. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, p. 368-376, 2017.
- SARAIVA, M. M. T. **Restauração florestal de ambientes degradados do bioma Caatinga por meio de banco de sementes do solo**. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, 2018.
- SILVA, K. A.; MARTINS, S. V.; MIRANDA NETO, A.; CAMPOS, W. H. Semeadura direta com transposição de serapilheira como metodologia de restauração ecológica. **Revista Árvore**, v.39, n.5, p.811-820, 2015.
- SILVA, M. A. D.; SILVA, J. N.; ALVES, R. M.; GONÇALVES, E. P.; VIANA, J. S. Alelopatia de espécies da Caatinga. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e57610414328-e57610414328, 2021.
- SILVA, T. T. F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; OLIVEIRA, A. K. S.; FREITAS, I. A. S.; SILVA, J. L. B.; FERNANDES, G. S. T. Estimativa da temperatura do solo e comparação de variáveis meteorológicas em anos extremos de pluviosidade em Mossoró-RN. **Brazilian Journal of Agroecology and Sustainability**, 2020.
- SILVA, W. T. M.; LEONARDO, F. A. P.; SOUTO, J. S.; SOUTO, P. C.; LUCENA, J. D. S.; MEDEIROS NETO, P. H. Deposição de serapilheira em áreas de Caatinga no Núcleo de Desertificação do Seridó. **Agropecuária Científica no semiárido**, v.12, p.383 - 390, 2016
- SILVEIRA, L. P. SOUTO, J. S.; DAMASCENO, M. M.; MUCIDA, D. P.; PEREIRA, I. M. Poleiros artificiais e enleiramento de galhada na restauração de área degradada no semiárido da Paraíba, Brasil. **Nativa**, v. 03, n. 03, p. 165-170, 2015.

SILVEIRA, L. P.; SOUTO, J. S.; DAMASCENO, M. M.; MUCIDA, D. P.; PEREIRA, I. M. Poleiros artificiais e enleiramento de galhada na restauração de área degradada no semiárido da Paraíba, Brasil. **Nativa**, v. 03, n. 03, p. 165-170, 2015.

SIQUEIRA FILHO, J.A. de (Ed.). **Flora das Caatingas do Rio São Francisco: história natural e conservação**. Petrolina: Univasf, 2012. 552 p.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION – SER. The SER international primer on ecological restoration, 2004.

SOUSA, F. Q.; SOUTO, J. S.; LEITE, A. P.; HOLANDA, A. C.; AGRA, P. F. M.; SANTOS, L. C. Transposição do banco de sementes do solo para restauração ecológica da caatinga no Núcleo de Desertificação do Seridó. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 50120-50138, 2020.

SOUTO, J. S.; NASCIMENTO NETO, J. H.; PEREIRA, L. F. A.; CARNEIRO, P. S.; ALVES, C. H. B. Uso da técnica restauradora “bocaj” em área de Caatinga no Seridó da Paraíba. **Revista Agropecuária científica no Semiárido**, Patos-PB, v. 13, n. 2, 2017.

SOUTO, J. S.; NASCIMENTO NETO, J.H.; PEREIRA, L. F. A.; CARNEIRO, P.S.; ALVES, C.H.B. Uso da técnica restauradora “bocaj” em área de Caatinga no Seridó da Paraíba. **Revista Agropecuária científica no Semiárido**, Patos-PB, v. 13, n. 2, 2017.

SOUTO, J. S.; SILVEIRA, L. P.; SOUTO, P. C.; DAMASCENO, M. M.; MAIOR JUNIOR, S. G. S. Nucleating technique used for ecological restoration in the semiarid region of Brazil. Anais... The European Conference on Ecological Restoration September České Budějovice, Czech Republic, 2012. p. 93.

SOUTO, P. C. Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de Caatinga na Paraíba, Brasil. 2006. 146 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SOUZA, B.I.; MENEZES, R.; ARTIGAS, R.C. Desertification effects on the species composition of the Caatinga Biome, Paraíba/Brazil. **Investigaciones Geograficas**, v. 88, p. 45-59, 2015.

TABARELLI, M.; LEAL, I. R.; SCARANO, F. R.; SILVA, J. Caatinga: legado, trajetória e desafios rumo à sustentabilidade. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 4, p. 25-29, 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 731p.

TAYLOR, P.D.; FAHRIG, L.; HENEIN, K.; MERRIAM, G. Connectivity is a vital element of landscape structure. **Oikos**, v. 68, p. 571–573, 1993.

TRES, D. R.; REIS, A. Técnicas nucleadoras na restauração de floresta ribeirinha em área de Floresta Ombrófila Mista, Sul do Brasil. **Biotemas**, v. 22, n. 4, p. 59-71, 2009.

VALLE, L. B.; ARAÚJO FILHO, J. A.; ARRUDA, F. A. V.; SERPA, M. B. Valor forrageiro da vagem de jurema preta. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 22, p.237-240, 1985.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização**. Conselho de Desenvolvimento de Pernambuco, Recife, 1971.

VERSTRAETE, M. M. Defining desertification: a review. **Climatic Change**, v. 9, p. 5-18, 1986.

VIEIRA, N.K. **O papel do banco de sementes na restauração de restinga sob talhão de *Pinus elliottii* Engelm.** 2004. 77f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

YARRATON, G. A.; MORISSON, R. G. Spatial Dynamics of a Primary Succession: Nucleation. **Journal of Ecology**, v. 62, n. 2, p. 417-428, 1974.

ANEXO I

Número de plantas nos tratamentos aplicados (técnica “*bocaj*”) durante o período experimental, na Fazenda Cachoeira de São Porfírio, Santa Luzia – (PB), 2020/2021.

BL	TRAT	REP	PROF	FEV/20	MAR/20	ABR/20	MAI/20	JUN/20	JUL/20	AGO/20	SET/20	OUT/20	NOV/20	DEZ/20	JAN/21	FEV/21	MAR/21
1	MOF	8	20	0	0	0	0	1 cac	0	0	0	0	0	0	0	1 fav	3 fav
1	MOF	10	20	0	1 fav	1 fav	0	0	1 mof	0	0	0	0	0	0	0	1 cac
1	MOF	15	20	0	3 fav	2 mof	0	0									
1	CAT	10	20	0	0	0	0	1 cac	0								
1	CAT	13	10	0	0	0	1 mof	0	0	0	0	0					
1	CAT	19	10	0	0	0	1 fav	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	CAT	20	10	0	0	0	0	0	2 cac	2 cac	2 cac	0	0	0	0	0	0
1	CAT	21	10	0	0	0	0	0	1 cac	2 cac	1 cac	0	0	0	0	0	0
1	JUR	9	20	0	0	0	0	1 fav	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	JUR	10	20	0	0	0	0	1 fav	1 fav	0	0	0	0	0	0	0	0
1	JUR	11	20	1 fav	1 fav	0	1 fav	0	1 fav	2 fav	2 fav	2 fav	2 fav				
1	JUR	11	20	1 fav	1 fav	0	1 fav	0	1 fav	2 fav	2 fav	2 fav	2 fav				
1	MIS	8	20	2 fav	2 fav	2 fav	2 fav	0	2 fav	3 fav	2 fav	2 fav	2 fav				
1	MIS	18	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 fav	1 fav	1 fav
2	MOF	17	10	0	0	1 mof	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	UMB	4	20	1 fav	0	0	0	0	0	1 fav	1 fav	0	1 fav	3 fav	2 fav	2 fav	0
2	UMB	5	20	2 fav	2 fav	1 fav	1 fav	0	1 fav	2 fav	2 fav						
3	MOF	2	20	0	0	0	0	0	0	0	0	1 fav	0	1 fav	1 fav	1 fav	1 fav
3	MOF	21	10	0	0	2 mof	1 mof	0									
3	CAT	6	20	0	0	0	0	0	5 cac	6 cac	1 cac						
3	CAT	8	20	0	0	0	0	0	1 cac	1 cac	1 cac	1 cac	0	0	0	0	0
3	CAT	14	10	0	0	2 mof	3 mof	2 mof	3 mof	3 mof	3 mof	3 mof	2 mof	2 mof	2 mof	0	0

3	UMB	21	10	0	0	0	0	0	1 cac	1 cac	1 cac	0	0	0	0	0	0
3	MIS	2	20	0	0	0	0	0	1 fav 1 pin	0	0	0	0	0	0	0	0
BL	TRAT	REP	PROF	FEV/20	MAR/20	ABR/20	MAI/20	JUN/20	JUL/20	AGO/20	SET/20	OUT/20	NOV/20	DEZ/20	JAN/21	FEV/21	MAR/21
3	MIS	5	20	1 fav	1 fav	1 fav	1 fav	1 fav	1 fav	1 fav	1 fav	1 fav					
3	MIS	18	10	0	0	0	0	0	1 cac	1 fav	0	0					
4	MOF	9	20	0	0	0	0	1 fav	0	0	0	0	0	2 fav	3 fav	1 fav	1 fav
4	MOF	15	10	0	0	0	0	0	1 cac	1 cac	1 cac	0	0	0	0	0	0
4	CAT	1	20	0	0	0	0	0	1 cac	1 cac	1 cac	1 cac	0	0	0	0	0
4	CAT	5	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 pin	1 pin
4	CAT	14	10	0	1 pin	1 pin	1 pin	1 pin	1 pin	1 pin	1 pin	1 pin	1 pin				
4	CAT	19	10	0	0	0	0	0	1 cac	1 cac	1 cac	1 cac	1 cac	1 cac	1 cac	1 cac	1 cac
4	JUR	3	20	1 fav	1 fav	0	1 fav	1 fav	0	1 fav	1 fav	0	0	0	0	1 fav	1 fav
4	JUR	8	20	0	0	2 fav	1 fav	1 fav	1 fav	1 fav	1 fav	1 fav	1 fav	1 fav	1 fav	1 fav	1 fav
4	JUR	12	20	1 fav	2 fav	1 fav	1 fav	3 fav	2 fav	2 fav	2 fav	2 fav	2 fav	6 fav	2 fav	6 fav	4 fav
4	JUR	13	10	1 fav	1 fav	0	0	0	0	0	0	0	0	1 fav	3 fav	1 fav	0
4	JUR	14	10	2 fav	2 fav	0	0	0	0	0	0	0	0	1 fav	1 fav	2 fav	3 fav
4	JUR	15	10	1 fav	1 fav	1 fav	0	0	1 fav	1 fav	0	0	0	0	0	0	1 fav
4	UMB	6	20	1 pin	1 fav	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 fav	2 fav
4	UMB	8	20	0	0	0	3 fav	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	UMB	9	20	1 fav	1 fav	0	1 fav	1 fav	1 fav	2 fav	1 fav						
4	UMB	11	20	0	0	0	0	1 cac	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	UMB	15	10	1 pin	1 pin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	UMB	19	10	1 pin	1 pin	1 pin	1 pin	1 pin	0	1 pin	1 pin	1 pin					
4	MIS	10	20	1 fav	1 fav	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	MIS	13	10	5 fav	4 fav	5 fav	3 fav	3 fav	3 fav	4 fav	1 fav	4 fav	4 fav				
Total				24	29	23	29	27	43	45	40	34	30	44	40	43	38