



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS COM ÊNFASE EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS

CHARLES JHONATAN SILVA DE SOUZA

**EFEITOS DA AGRICULTURA DE CORTE E QUEIMA NAS RESPOSTAS
NUTRICIONAIS FOLIARES DE PLANTAS LENHOSAS DA CAATINGA**

Recife
2022

CHARLES JHONATAN SILVA DE SOUZA

**EFEITOS DA AGRICULTURA DE CORTE E QUEIMA NAS RESPOSTAS
NUTRICIONAIS FOLIARES DE PLANTAS LENHOSAS DA CAATINGA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado ao Bacharelado em Ciências Biológicas com ênfase em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel.

Orientador (a): Mauro Guida dos Santos

Coorientador (a): Renato Vanderlei

Recife

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Souza, Charles Jhonatan Silva de .

Efeitos da agricultura de corte e queima nas respostas nutricionais foliares de plantas lenhosas da caatinga / Charles Jhonatan Silva de Souza. - Recife, 2022.

32 : il., tab.

Orientador(a): Mauro Guida dos Santos

Coorientador(a): Renato Vanderlei

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, Ciências Biológicas /Ciências Ambientais - Bacharelado, 2022.

1. Rebrotas. 2. NPK. 3. Perturbação. 4. Euphorbiaceae. 5. Agricultura de corte e queima. I. Santos, Mauro Guida dos. (Orientação). II. Vanderlei, Renato . (Coorientação). III. Título.

580 CDD (22.ed.)

CHARLES JHONATAN SILVA DE SOUZA

**EFEITOS DA AGRICULTURA DE CORTE E QUEIMA NAS RESPOSTAS NUTRICIONAIS
FOLIARES DE PLANTAS LENHOSAS DA CAATINGA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Bacharelado em Ciências
Biológicas com ênfase em Ciências Ambientais, da
Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos
requisitos à obtenção do grau de Bacharel em
Ciências Biológicas.

Data de Aprovação: ____ / ____ / ____

Nota: _____

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. MAURO GUIDA DOS SANTOS (Orientador)

Departamento de Botânica - UFPE

MSc. ADGLEICIANNE DE SOUSA MELO(1º Titular)

Departamento de Botânica - UFPE

MSc. ALICE BATISTA DOS SANTOS (2º Titular)

Departamento de Botânica – UFPE

Dra. MARIANA SANTOS DE SOUZA GONÇALVES (Suplente)

Departamento de Botânica - UFPE

RECIFE

2022

CHARLES JHONATAN SILVA DE SOUZA

**EFEITOS DA AGRICULTURA DE CORTE E QUEIMA NAS RESPOSTAS
NUTRICIONAIS FOLIARES DE PLANTAS LENHOSAS DA CAATINGA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado ao Bacharelado em Ciências Biológicas com ênfase em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel.

Aprovada em: 14/10/2022.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Mauro Guida dos Santos/ Universidade Federal de Pernambuco

MSc Adgleicianne de Souza Melo / Universidade Federal de Pernambuco

MSc Alice Batista dos Santos / Universidade Federal de Pernambuco

Recife

2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe Marcella Amália, à minha avó Tereza Maria, por serem as mulheres da minha vida e os pilares da minha educação, tudo que sou hoje, devo a vocês.

Agradeço à minha família, meus tios Rodrigo, André e Jandira, a minha avó paterna Luzinete e todos os meus primos, minha irmã Mariana, minha madrinha Marleda que foi de extrema importância na minha formação e que sempre esteve pronta a ajudar.

Agradeço ao meu orientador Mauro Guida pelo espaço aberto no laboratório, e ao professor Marciel Oliveira.

Agradeço ao meu Coorientador Renato Vanderlei por ter proporcionado um ambiente de trabalho agradável, dinâmico e divertido mantendo sempre o profissionalismo, por todos os ensinamentos e paciência com quem estava começando, além de conselhos e explicações sobre diversos assuntos.

Aos colegas de laboratório Adgleycianne, Alice, Eugênio, Ellen, Iolanda, Joana, Mariana, Maria, Marcela, Renato e Vanessa por todos os ensinamentos sobre o funcionamento do laboratório. Agradeço em especial a Alice que não é do Ifv mas foi sempre muito gentil, agradeço também aos meus amigos da iniciação científica Arthur Cabral, Gabriel e Juliana por terem me proporcionado tantos sorrisos durante o tempo dentro e fora do laboratório, também agradeço pela ajuda que me deram na realização de análises, vocês trouxeram uma leveza durante o processo de escrita deste TCC e nossa rotina foi maravilhosa, percebi que colegas de trabalho nem sempre são tão ruins quanto dizem. A Eugênio por todos os conselhos e conversas que tivemos, que tivemos desde antes do laboratório, foram muito proveitosas as trocas.

Agradeço à minha melhor amiga desde os primeiros dias de curso, Pollyana Patrícia, por ser algo inexplicável de tão bom na minha vida, obrigado por todo o processo de adolescência e início de vida adulta juntos, não tenho palavras pra explicar numa frase o tamanho da importância que tens na minha vida. À minha amiga Fernanda Amorim que foi a maloqueira mais estudiosa e incrível que já conheci, obrigada por todos os momentos e sorrisos. Ao meu amigo Arthur Hernandes por todas as conversas e toda sinceridade, por todos os sermões necessários e desabafos.

Aos meus colegas de curso Valdézio, Maria Clara, Rayane, Lucas, Thaís, John, Clara, Sandy, Stéfane, e Bruna por todos os momentos em aula e fora de sala, foi incrível o tempo que tivemos.

RESUMO

As florestas tropicais sazonalmente secas ocupam todos os continentes habitados do planeta e abrigam aproximadamente 1 bilhão de pessoas. Uma consequência dessa ocupação são as crescentes perturbações antrópicas, como o maior uso da agricultura de corte e queima, que visa uma rápida limpeza e fertilização do solo para o próximo plantio e é uma das principais atividades agrícolas praticadas. Porém, o frequente manejo da terra utilizando essa técnica resulta no empobrecimento do solo e redução na efetividade de propagação e perpetuação das espécies vegetais, favorecendo aquelas que conseguem persistir no sistema através de propagação vegetativa (i.e., rebrotas ou rametas). Contudo, pouco se sabe sobre a resposta nutricional destas plantas que persistem no sistema após sofrerem corte e queima. Assim, este trabalho teve como objetivo entender como a agricultura de corte e queima afeta os nutrientes foliares de duas espécies da família Euphorbiaceae *Croton argyrophyloides* e *Cnidocolus bahianus* com alta dominância em uma área de floresta sazonalmente seca no Parque Nacional do Catimbau sob constante perturbação humana. Os resultados foram obtidos através da comparação dos macronutrientes N, P e K, em indivíduos que persistiram após serem inicialmente cortados e queimados, realizando uma comparação nutricional das folhas antes e após o corte e queima. Ambas as espécies apresentaram queda nos valores médios de fósforo e um aumento nos níveis potássio foliar após a rebrota, enquanto que os níveis de nitrogênio não apresentaram diferenças em nenhuma das espécies após a perturbação. Nossos resultados sugerem que as duas espécies apresentam tolerância ao estresse térmico para conseguir rebrotar após o corte e a queima e conseguem manter seus níveis nutricionais de potássio e nitrogênio mesmo após a perturbação. Assim, em um cenário de constante e ampla perturbação por corte e queima, podemos esperar uma flora com folhas mais ricas em potássio e nitrogênio, conseqüentemente um solo mais rico, de forma que as folhas senis irão nutrir o solo e favorecer o desenvolvimento de outras plantas, o que caracteriza essas espécies como boas pioneiras para sucessão ecológica.

Palavras-chave: rebrota, NPK, perturbação, euphorbiaceae, agricultura de corte e queima.

ABSTRACT

Seasonally dry tropical forests occupy all inhabited continents on the planet and are home to nearly 1 billion people. One consequence of this occupation is the increasing human disturbances, such as the greater use of slash-and-burn agriculture, a traditional agricultural practice that aims to quickly clear the area and fertilize the soil for the next crop cycle. However, the frequent use of this technique results in soil impoverishment and reduction in the effectiveness of seed propagation and perpetuation of plant species, favoring those that manage to persist in the system through vegetative propagation (i.e., resprouts or ramets). However, little is known about the nutritional response of these plants that persist in the system after the slash-and-burn. Thus, this work aimed to understand how slash-and-burn agriculture affects the foliar nutrients of two dominant Euphorbiaceae species, *Croton argyrophyloides* and *Cnidoscolus bahianus*, in the Catimbau National Park seasonally dry forest under constant human disturbance. The results were obtained by comparing the macronutrients N, P and K in individuals that persisted after being initially cut and burned, performing a nutritional comparison of the leaves before and after the slash and burn. Both species showed a decrease in phosphorus and an increase in foliar potassium levels after regrowth, whereas neither species showed any changes in nitrogen levels following the disturbance. Our results suggest that both species are tolerant to heat stress and are able to maintain their nutritional levels of potassium and nitrogen even after cutting and burning. Thus, in a scenario of constant and widespread disturbance by slash and burn, we can expect a flora with leaves richer in potassium and nitrogen, consequently a richer soil, so that the senile leaves will nourish the soil and favor the development of other plants, which characterizes these species as good pioneers for ecological succession.

Keywords: regrowth, NPK, disturbance, euphorbiaceae, seasonally dry tropical forest, ecological succession.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Médias nutricionais de Nitrogênio, Fósforo e Potássio em folhas de *Croton argyrophyloides* antes e após o corte e queima e o p-valor entre elas. 25
- Tabela 2 – Médias nutricionais de Nitrogênio, Fósforo e Potássio em folhas de *Cnidocolus bahianus* antes e após o corte e queima e o p-valor entre elas. 26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AQC	Agricultura de corte e queima
CQ	Corte e queima
FTS	Floresta tropical seca
K	Potássio
N	Nitrogênio
NPK	Trio de macronutrientes (nitrogênio fósforo e potássio)
P	Fósforo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	OBJETIVOS.....	15
2.1	OBJETIVO GERAL.....	15
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	15
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
3.1	MECANISMOS DE PERSISTÊNCIA.....	16
3.2	AGRICULTURA DE CORTE E QUEIMA.....	18
3.3	MACRONUTRIENTES.....	19
3.3.1	NITROGÊNIO.....	19
3.3.2	FÓSFORO.....	20
3.3.3	POTÁSSIO.....	21
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
4.1	LOCAL DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO.....	22
4.2	ESPÉCIES VEGETAIS ESCOLHIDAS.....	23
4.3	ANÁLISE DE MACRONUTRIENTES.....	23
4.4	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	23
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5.1	RESULTADOS NPK <i>Croton argyrophyloides</i>	25
5.2	RESULTADOS NPK <i>Cnidoscolus bahianus</i>	25
6	CONCLUSÃO.....	26
7	REFERÊNCIAS.....	27

INTRODUÇÃO

As florestas tropicais secas (FTS) estão entre os ecossistemas mais ameaçados do mundo, e estão ainda mais ameaçadas do que as florestas tropicais úmidas (AZOFEIFA et al., 2013). Quando avaliados em nível continental, os processos de degradação e desmatamento de FTS nas Américas não fogem a essa regra (AZOFEIFA et al., 2013). Até um terço da população global vive em áreas tropicais sazonalmente secas e isso inclui as pessoas mais pobres do mundo, que dependem dos recursos que os ecossistemas de floresta seca fornecem, incluindo alimentos, água, medicamentos e madeira para construção e combustível (PENNINGTON et al., 2018). E, apesar dessas áreas compreenderem uma rica vegetação tropical de plantas suculentas e pobre em gramíneas, existe uma grande exploração dos seus recursos que resulta na grave perda de habitat devido ao uso de práticas tradicionais, como a agricultura de corte e queima (FERNANDES & QUEIROZ, 2018). Em FTS não adaptadas à ocorrência regular do fogo natural, que ocorrem em regiões com solo fértil e precipitação bimodal (FERNANDES & QUEIROZ, 2018), a sua biomassa acima do solo tende a ser facilmente derrubada com fogo, e sua regeneração lenhosa é facilmente suprimida (WILSON, 1988).

Uma das estratégias desenvolvidas pelas plantas habitantes de FTS para responder a estes estresses é a capacidade de rebrota ou de propagação por rametas através de gemas radiculares, usadas como estratégias de sobrevivência em ecossistemas propensos aos mesmos (PRATT et al., 2014). Ainda, apesar da forma mais conhecida de regeneração florestal ser a partir de propágulos, a regeneração por rebrota mostrou-se superior em cenários de corte e queima. Ceccon et al. (2004) explicam que, apesar da propagação por sementes nas FTS serem mais numerosas, as sementes apresentam uma taxa de sobrevivência significativamente menor em comparação com as rametas.

Rebrotar parece ser vantajoso para muitas espécies, incluindo aquelas que se regeneram com frequência por sementes, presumivelmente porque brotos vegetativos podem aproveitar o extenso sistema radicular e o armazenamento substancial de metabólitos nas partes restantes da planta-mãe (Koop, 1987; Negrelle, 1995; Ceccon, 2006). É importante ressaltar que, embora a rebrota seja uma importante regeneração mecanismo nas florestas tropicais, muitas espécies perdem a capacidade de rebrota após corte sequencial, fogo e lavoura (ROUW 1993, SAMPAIO et al. 1993, UHL et al. 1988, VIEIRA et al., 2006).

Em um cenário de constante remoção da biomassa acima do solo ou de perda de folhas devido à deciduidade intrínseca de espécies de FTS para sobreviver às condições adversas de

precipitação irregular e secas recorrentes (FERNANDES & QUEIROZ, 2018), as plantas que conseguem rebrotar ou emitir rametas após perturbações tendem a serem favorecidas em detrimento àquelas que não possuem tais mecanismos. Para isto, as plantas de FTS alocam nutrientes nas raízes e caule (i.e., carboidratos não-estruturais) para utilizá-los na formação de uma nova parte aérea como explicado por Figueiredo, (2016). Contudo, a intensidade da perturbação e disponibilidade de nutrientes são fatores determinantes para o sucesso da rebrota, já que esta não depende apenas da quantidade de gemas, mas também de nutrientes disponíveis como cita Clarke, (2012).

Faz-se necessário estudar como os nutrientes foliares, especialmente os teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), tendem a variar após o corte e queima, uma vez que os mesmos respectivamente são de extrema importância para o crescimento de plantas no seu ambiente natural (FRANCO & DOBEREINER, 1994; MARIN et al, 1999), conservação e transferência de energia no metabolismo celular (JIN et al., 2006; AMTMANN; BLATT, 2009; SILVA, 2016) e processos fisiológicos (FERNÁNDEZ, 2007), na fotossíntese, na síntese de proteínas (MOURA & ALENCAR, 2008; SOUZA 2012), regulação da água na planta e translocação de nutrientes.

Segundo Silva, (2017) A floresta seca da Caatinga no nordeste do Brasil representa uma das maiores extensões de floresta seca (800.000 km²) globalmente; que abriga aproximadamente 30 milhões de pessoas que utilizam recursos florestais para subsistência. A intervenção humana nas caatingas vem acelerando a degradação do seu potencial florestal e dos seus solos e, por conseguinte, provocando desequilíbrios ecológicos de gravidade variável (ALVES et al., 2009), e a utilização da caatinga como pastagem extensiva vem causando degradações fortes e por vezes irreversíveis nesse ecossistema. Já são encontradas extensas áreas cuja vegetação já se encontra muito empobrecida, tendo perdido a diversificação florística que lhe é peculiar (ALVES et al., 2009).

Nesse sistema, já se sabe também que a agricultura de corte e queima impacta negativamente o banco de sementes do solo, limitando potencialmente a resiliência dos ecossistemas florestais (BEZERRA et al., 2022), e que algumas plantas conseguem potencialmente rebrotar ou emitir uma extensa rede de raízes com capacidade de propagação por rametas (SAMPAIO et al., 1998, VANDERLEI et al., 2021), mas como a Caatinga não é um bioma onde o fogo ocorre naturalmente, a queima pode limitar a capacidade de rebrotar. Desta forma, a Caatinga se faz um cenário extremamente interessante para analisar a resposta nutricional de plantas sob perturbações humanas.

Estudar e compreender o mecanismo de rebrota como perpetuação das espécies da Caatinga é de extrema importância para que saibamos quais serão as respostas das florestas tropicais sazonalmente secas em um cenário futuro tendo em vista as constantes e crescentes perturbações antrópicas. Deste modo, este trabalho visa analisar os atributos nutricionais ecofisiológicos de duas espécies: *Croton argyrophyloides* e *Cnidoscolus vitifolius* (Mill.) Pohl, ambas pertencentes à família Euphorbiaceae. e de importância medicinal para moradores da Caatinga.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho teve como objetivo analisar as respostas nutricionais foliares de duas espécies lenhosas da família Euphorbiaceae após o corte e queima, ambas apresentando a capacidade de rebrota como forma de perpetuação.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

1. Comparar os níveis médios de NPK foliar das duas espécies antes e após o corte e queima.

Hipótese: queda na quantidade de macronutrientes nas rebrotas em comparação com o controle devido à perda de nutrientes por lixiviação das cinzas e à realocação constante de nutrientes das raízes para a parte aérea.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 MECANISMOS DE PERSISTÊNCIA: REBROTA

Com as constantes mudanças e perturbações que acometem a flora da caatinga e de diversas outras florestas tropicais sazonalmente secas do planeta, surge também a necessidade de adaptações e resiliência para essas plantas. Uma delas é a capacidade de rebrota como forma de persistência das espécies após perturbações como a agricultura de corte e queima, por exemplo. A rebrota é uma característica que confere persistência no nível da planta, permitindo que ela consiga recuperar a biomassa acima do solo (i.e., tronco e folhas) perdida após o corte e sobreviva a diversos regimes de perturbação (CLARKE et al., 2012). Outro mecanismo de persistência é a emissão de rametas (ou *root suckers*, em inglês) que são clones que brotam através de gemas radiculares conectados à planta-mãe (Figura 1), compartilhando recursos (JENIK, 1994). Com a remoção de toda biomassa fotossintetizante e de reserva acima do solo e alterações no solo após a queima, as plantas ficam dependentes de suas reservas nutricionais das raízes. As reservas armazenadas são importantes para iniciar a rebrota e para o crescimento inicial (primeiro para manter as raízes e brotos vivos e, posteriormente, para produzir novas folhas e brotos) (MOREIRA et al., 2012).

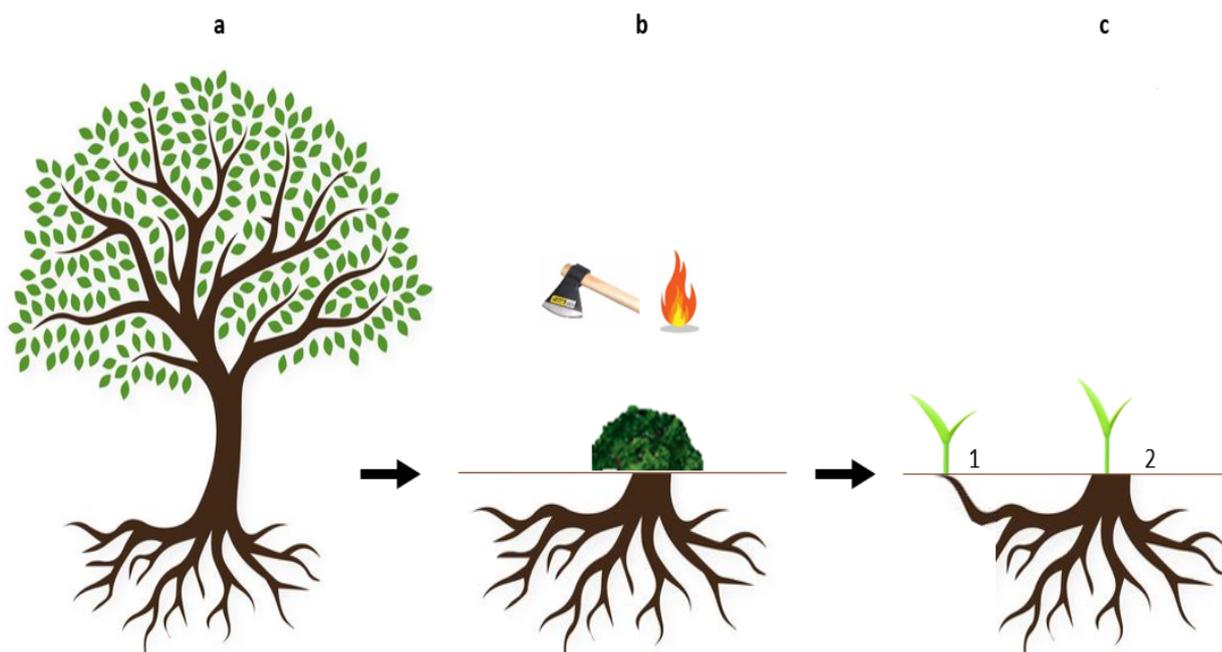


Figura 1. Esquema dos mecanismos de persistência após uma árvore intacta (a) ser cortada e queimada (b) e conseguir emitir rametas a partir de gemas radiculares em raízes laterais (c1) ou de rebrotar a partir do toco (c2).

Apesar dessa capacidade de adaptação de certas plantas, não existe um padrão sobre o uso de recursos e resiliência de uma planta antes e depois da perturbação, podendo as rametas e rebrotas serem mais suscetíveis à estresses hídricos em comparação com a planta pré-corte e queima. Se uma seca ocorre após um incêndio, o fechamento estomático induzido pela seca pode impossibilitar que os indivíduos adquiram carboidratos suficientes para atender às suas demandas metabólicas (PRATT et al., 2014).

O cenário que a agricultura de corte e queima gera em um bioma onde o fogo não ocorre naturalmente resulta numa alta possibilidade de que plantas com capacidade de rebrota se sobressaiam às que não conseguem, culminando na padronização da vegetação. Apesar da ideia de que a maioria das plantas da caatinga rebrota após o corte (SAMPAIO et al., 1998), se há uma queima posterior, a capacidade de persistir pode diminuir de forma progressiva com o aumento na intensidade de combustão.

3.2 AGRICULTURA DE CORTE E QUEIMA

Em florestas tropicais secas (FTS), como a Caatinga, habitantes praticam a agricultura de corte e queima (ACQ), cujo objetivo consiste em aumentar a disponibilidade de nutrientes para o plantio (NETO, 2021). Essa atividade é comumente praticada por populações de baixa renda que necessitam de recursos da floresta para a subsistência.

A agricultura de corte e queima tem sido praticada há milênios nas regiões tropicais do planeta, constituindo o principal componente dos sistemas de subsistência de populações pobres rurais (JÚNIOR et al., 2008). A instauração dessa prática possui prós e contras que são estudados no meio científico, possuindo aspectos positivos quando realizada de forma correta e a curto prazo. A agricultura de corte e queima ecologicamente correta (respeitando o tempo de pousio) é sustentável porque não depende de insumos externos baseados em energia fóssil para fertilizantes, pesticidas e irrigação (KLEINMAN et al., 1955).

Em um cenário de utilização dessa técnica de forma contínua, há uma grande possibilidade de gerar malefícios para as florestas a longo prazo. Esta prática, em larga escala e de forma intensa, pode prejudicar a floresta, podendo anular os mecanismos de regeneração, impedindo ou retardando a recuperação da floresta (SILVA, 2021), acarretando danos e desequilíbrios nos ciclos de regeneração de nutrientes devido a perda por lixiviação do solo. Embora o nitrogênio possa ser repostado através da fixação biológica de N, outros nutrientes, especialmente P e K, devem ser fornecidos por fontes externas (TANG & YAP., 2020). Assim, o estoque total de nutrientes minerais em todo o ecossistema diminui gradualmente durante os ciclos subsequentes de pousio e cultivo – o modelo de esgotamento (JUO & MANU., 1996).

Outro aspecto negativo é que a agricultura de corte e queima gera uma padronização da vegetação através de uma seleção onde apenas as plantas com capacidade de rebrotar ou emitir rametas prevalecem, potencialmente excluindo as espécies que só se reproduzem por propágulos. Mamede & Araújo (2008) descrevem a queima como um agente seletor que tende a inviabilizar a maioria das sementes; quanto menores em tamanho, menores as chances de suportar o fogo, conseqüentemente reduzindo a densidade e diversidade de espécies dos bancos de sementes. Além disso, com a perda de nutrientes do solo após o estresse gerado pelo corte e queima, é comum que mesmo plantas que habitualmente rebrotam não consigam realizar essa função. Ainda, vale ressaltar que a capacidade de rebrotar não é apenas determinada pela disponibilidade de gemas e seu nível de proteção, mas também criticamente pela disponibilidade de recursos (CLARKE et al., 2012), recursos esses limitados pelo curto

tempo de pousio.

Ademais, as variações de intensidades da queima podem também interferir nessa disponibilidade de recursos. Entende-se que há mudanças no comportamento das propriedades mineralógicas e físicas do solo quando expostas a distúrbios causados por intensidades de fogo diferenciadas (MATTOS et al., 2022).

Estudar o modo de realização da agricultura de corte e queima permite defini-la como uma prática que deve ser realizada da maneira correta para evitar danos severos ao solo e às florestas. Os efeitos ambientais da agricultura de corte e queimada incluem alteração das propriedades do solo e da biota, danos à diversidade de plantas, ameaça à biodiversidade animal nas florestas e grave poluição do ar (TANG & YAP., 2020).

3.3 MACRONUTRIENTES

As plantas requerem cálcio, magnésio, nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre em quantidades relativamente grandes (>0,1% da massa seca) e cada um desses chamados macronutrientes é essencial para uma planta completar seu ciclo de vida (FRANS, 2009).

Estudos indicam que a agricultura de corte e queima tende a reduzir as taxas nutricionais do solo das florestas submetidas a esse processo. Durante a queimada, apreciável teor de nutrientes é perdido sob a forma de substâncias voláteis ou sob a forma de partículas (BRINKMANN 1973).

Juntamente com os macronutrientes, ocorre também uma grande perda do carbono que já estava fixado na floresta antes da queima. Quantidades significativas de C, N e P foram perdidas como consequência das atividades antrópicas associadas com o cultivo itinerante (ACQ) no nordeste do Brasil (KAUFFMAN, 1993). A deficiência de algum macro ou micronutriente afeta diretamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas, comprovado pela diminuição no porte das mesmas (FERREIRA, 2012).

3.3.1 NITROGÊNIO

O nitrogênio (N) é considerado o fator mais importante para auxiliar o crescimento e desenvolvimento das plantas. Este é o bloco de construção para o protoplasma da planta e o componente da molécula de clorofila para o processo de fotossíntese (SHARMA, 2020). Compreender o efeito da prática de corte e queima na capacidade de suprimento de nitrogênio (N) do solo é fundamental para a preservação dos serviços ecossistêmicos, incluindo a produtividade das plantas a longo prazo (WANG et al., 2022).

O nitrogênio é o elemento mineral que as plantas exigem em maior quantidade. Ele serve como constituinte de muitos componentes da célula vegetal, incluindo aminoácidos e ácidos nucleicos (TAIZ & ZEIGER, 2004). Oliveira (2011), cita que o nitrogênio tem grande importância no desenvolvimento das plantas, propiciando uma maior área foliar e riqueza de biomassa vegetal. Conclui-se que a forma de N disponível para as plantas pode afetar o tempo e a taxa de germinação das sementes, a expansão e a função das folhas, partição de matéria seca entre parte aérea e raiz e arquitetura radicular. (ANDREWS et al., 2013).

A assimilação do nitrogênio é um processo vital que controla o crescimento e o desenvolvimento das plantas e tem efeitos marcantes sobre a fitomassa e a produtividade final das culturas (FERREIRA et al., 2002). O cenário de corte e queima além de gerar o estresse térmico nas plantas, impossibilita-as de conseguir uma rápida reabsorção dos nutrientes após a queima. Parece que a queima pode reduzir sensivelmente o conteúdo de nitrogênio do solo da floresta. Assim, é imperativo considerar como isso irá afetar a produtividade florestal futura (KNIGHT, 1966).

Dito isso, existem também as variações de temperatura que o estresse térmico gera, havendo diferença na perda de nutrientes para agricultura de corte e queima e queimada florestal. Com base na medida das perdas de nutrientes desses eventos únicos de queima de toras, provavelmente levaria um século ou mais de pousio para que ocorra a reacumulação (KAUFFMAN, 1993).

3.3.2 FÓSFORO (P)

Juntamente com o nitrogênio e o potássio, forma um clássico trio de nutrientes essenciais para as plantas, utilizados para garantir elevados rendimentos das culturas agrícolas (PANTANO et al., 2016). O fósforo é um componente integral de compostos importantes das células vegetais, incluindo fosfato-açúcares, intermediários da respiração e fotossíntese, bem como os fosfolípídeos que compõem as membranas vegetais (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Além disso, o fósforo apresenta um importante papel na conservação e transferência de energia no metabolismo celular (JIN et al., 2006; AMTMANN; BLATT, 2009; SILVA, 2016). Constitui um componente primário dos sistemas responsáveis pelo treinamento, armazenamento e transferência de energia, e é um componente básico nas estruturas de macromoléculas de interesse crucial, como ácidos nucléicos e fosfolípídios, de modo que seu papel é difundido em todos os processos fisiológicos (FERNÁNDEZ, 2007).

O P é um macronutriente limitante para o crescimento das plantas e, portanto, afeta a qualidade e a produção das culturas (KUO & CHIOU, 2011). O ciclo do P é controlado por

processos físico-químicos, como a adsorção e a dessorção, e biológicos, como a imobilização e a mineralização. (MARTINAZZO et al., 2007)

Não existem na natureza compostos de fósforo presentes na fase gasosa, fato este que dificulta a ciclagem deste elemento se em comparação com os ciclos biogeoquímicos de outros elementos como o carbono, nitrogênio e enxofre (PANTANO et al., 2016).

Um dos primeiros sintomas observados da deficiência de Fósforo é a diminuição do crescimento das plantas, podendo causar clorose nas folhas e necrose internervais, sendo as folhas velhas as mais afetadas (SANTOS, 2020). As plantas com deficiência de P parecem atrofiadas, finas e esgrouvinhadas, com folhas verdes escuras. O número e o tamanho dos estômatos nas folhas são diminuídos. O crescimento da raiz é drasticamente reduzido (VIECELLI, 2017)

De modo geral, as plantas apresentam diversas formas de amenizar os problemas decorrentes da deficiência de P, que podem ser divididas em: a) alterações que objetivam a conservação do uso de fósforo e b) alterações que aprimoram a aquisição ou absorção de fósforo (VILAR & VILAR², 2013).

Compreender essas respostas moleculares, fisiológicas e bioquímicas desenvolvidas pelas plantas terá um papel vital na melhoria das práticas agrônômicas, conservação de recursos e proteção ambiental, além de servir de base para o desenvolvimento de estratégias biotecnológicas, que visam melhorar a eficiência do uso de P nas culturas (HA & SON, 2013).

3.3.3 POTÁSSIO (K)

O potássio é matéria-prima indispensável ao desenvolvimento das plantas e sua forma solúvel é facilmente lixiviada pelo solo. É o elemento ativador de muitas enzimas, atua na fotossíntese e na síntese de proteínas (MOURA & ALENCAR, 2008; SOUZA 2012).

A disponibilidade de potássio (K) influencia muitos processos em ecossistemas cultivados e naturais (BARRE et al, 2007). O potássio (K) é o cátion inorgânico mais abundante nos tecidos vegetais. Em plantas adequadamente supridas, pode constituir cerca de 6% da matéria seca ou concentrações de cerca de 200 mM (LEIGH & JONES 1984; ROMHELD & KIRKBY, 2010).

Embora o K⁺ seja um dos elementos mais abundantes da crosta terrestre, sua disponibilidade para as plantas geralmente é limitada, levando a severa redução no crescimento e produtividade das plantas. Nas plantas, a escassez de K⁺ induz várias respostas em diferentes níveis: morfológico, fisiológico, bioquímico e molecular (HAFSI et al., 2014)

Monge (1989), descreve o potássio como um agente regulador da água na planta, atuando no controle da turgescência dos estômatos à medida que o potencial se reduz durante uma deficiência. Na ausência de potássio, os estômatos não se abrem, impedindo a entrada de carbono para a fotossíntese. Da mesma forma, com os estômatos fechados, a corrente transpiratória que carrega todos os elementos minerais do solo para as partes aéreas da planta fica prejudicada, o que pode comprometer toda a nutrição mineral do vegetal (PAULILO et al., 2015).

O potássio é um elemento altamente móvel na planta e é translocado do tecido mais velho para o mais novo. Conseqüentemente, os sintomas de deficiência de potássio geralmente ocorrem primeiro nas folhas inferiores da planta e progridem para o topo conforme a gravidade da deficiência aumenta (HOFFER, 1938; PRAJAPATI & MODI, 2012).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO

O estudo foi realizado no Parque Nacional do Catimbau, Pernambuco, Brasil. Este parque tem uma área de 60.000 ha, e apresenta uma grande variação no relevo e precipitação (480–1100 mm ano) (RITO, et al., 2017). Localiza-se na região central do estado, na zona de transição entre o Agreste e o Sertão, ficando sua área distribuída entre os municípios de Buíque, Tupanatinga e Ibimirim (MACHADO et al., 2013)

A vegetação do parque é típica de caatinga arenosa, com predominância das famílias fabaceae e euphorbiaceae, Alves et al. (2009) definem a vegetação como um tipo de formação vegetal com características bem definidas: árvores baixas e arbustos que, em geral, perdem as folhas na estação seca (espécies caducifólias), além de muitas cactáceas.

O Parque Nacional do Catimbau foi fundado em 2002 porém haviam famílias habitando o local, e como não houve uma realocação e indenização, muitos moradores permaneceram morando lá. Quase 300 famílias rurais ainda vivem na área do Catimbau, com

agricultura de corte e queima e caprinocultura livre como os principais tipos de uso da terra (SPECHT et al. 2019; VANDERLEI et al. 2021).

4.2 ESPÉCIES VEGETAIS ESCOLHIDAS

As espécies escolhidas foram selecionadas a partir de características em campo, havendo uma seleção após um corte e queima prévio para identificação das espécies com capacidade de rebrotar e de emitir rametas, também foram priorizadas espécies com abundância significativa no Parque Nacional do Catimbau, sendo elas *Croton argyrophylloides* e *Cnidocolus bahianus*, com aproximadamente 10% da abundância das espécies do parque.

Foi selecionado um n amostral de 6 indivíduos de cada espécie para a coleta das folhas para posterior análise quantitativa de nutrientes, coletando folhas saudáveis e completamente expandidas para a análise. Todos os indivíduos eram árvores com mais de 3m de altura, foram cortadas na base do caule e queimadas, removendo toda a parte aérea da planta. Duas coletas foram realizadas, sendo a primeira antes da perturbação, no dia 21 de novembro de 2020, seguido do corte e queima das árvores, e o retorno para a segunda coleta em 15 de maio de 2021 para a coleta das folhas das rebrotas e rametas, também expandidas e saudáveis. Após as coletas, as folhas foram armazenadas e secas em estufa para realização das análises comparativas.

4.3 ANÁLISES BIOQUÍMICAS DE MACRONUTRIENTES

Em laboratório, as folhas coletadas foram secas em estufa, trituradas em um pó fino e postas na placa digestora à 350 °C com ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio para a obtenção do extrato vegetal final que foi utilizado para a realização das análises dos três macronutrientes estudados (NPK).

A análise de nitrogênio foi feita em laboratório a partir de titulação do extrato utilizando HCl após destilação e adição de ácido bórico e um indicador colorimétrico (Thomas et al. 1967); As análises de potássio foram feitas utilizando fotometria de chama para a quantificação; As análises de fósforo foram realizadas em espectrofotômetro com duplo feixe (Genesys 10.S UV-Vis, Thermo Scientific, Waltham, MA, USA).

4.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para analisar os efeitos da perturbação nos teores foliares de NPK das plantas foram divididos

em dois grupos sendo o antes do corte e queima e após o corte e queima. Todos os dados resultantes das análises foram submetidos ao teste T de student considerando um valor de $p < 0,05$.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 NPK *Croton argyrophylloides*

Os resultados de nitrogênio e Fósforo em *C. argyrophylloides* não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre o pré e pós corte e queima, porém as análises de potássio apresentaram uma diferença significativa entre os tratamentos pré e pós CQ. Os resultados comparativos de potássio apresentam um aumento de cerca de 16% nas rebrotas em relação às árvores antes do corte e queima. (Tabela 1).

O aumento significativo nos níveis de K nas rebrotas de *C. argyrophylloides* pode se dar principalmente devido à alta mobilidade deste nutriente dentro das plantas, que podem tê-lo alocado das raízes para as folhas, devido a importância da realização de uma das principais funções desempenhadas por ele que é a regulação osmótica das células como citam Taiz & Zeiger (2004). Outro fator que explica o aumento nos níveis de K é a alta disponibilidade desse nutriente nos solos logo após a queima da matéria orgânica, como explicado por Pedroso (2008); Brinkmann & Nascimento (1973), matéria essa que pode não ter sido lixiviada ou erodida após a queima.

Estudos indicam que a ACQ aumenta a quantidade de potássio, cálcio e magnésio presentes nos solos, através da queima da biomassa vegetal, porém a disponibilidade da maior parte do nitrogênio e do fósforo vai depender da mineralização da matéria orgânica queimada como explicado por Frizano et al., (2003); Roder et al., (1997). Esse pode ter sido um dos motivos que permitiram o mantimento dos níveis de N e P, ou seja, *C. argyrophylloides* pode ter mantido os mesmos níveis nutricionais antes e depois do estresse devido à eficiência de absorção de nutrientes da espécie, segundo Sanchez (1982), os nutrientes que não são absorvidos rapidamente pela vegetação que recolonizará a área, são lixiviados e irreversivelmente perdidos. Fato este que caracteriza certa adaptabilidade da espécie *C. argyrophylloides* que conseguiu manter a captação e alocação de nutrientes estando sob estresse.

É importante citar que há uma série de fatores da ACQ que podem afetar a ecofisiologia das plantas e conseqüentemente os seus teores foliares nutricionais após um cenário de queima, havendo fatores como a intensidade do fogo, o quão profundo a alta

temperatura conseguiu penetrar nas camadas do solo, capacidade da planta em armazenar nutrientes na parte subterrânea, entre outros.

Tabela 1: Médias nutricionais de Nitrogênio, Fósforo e Potássio em folhas de *Croton argyrophylloides* antes e após o corte e queima e o *p*-valor entre elas. (marcados com “*” apresentaram diferenças significativas).

Nutrientes	Pré corte e queima	Pós corte e queima	<i>p</i>
Nitrogênio	4,8 g.Kg ⁻¹ ± 0,63	5,24 g.Kg ⁻¹ ± 3.01	0,361
Fósforo	9,22 g.Kg ⁻¹ ± 3.23	5,94 g.Kg ⁻¹ ± 2.18	0,292
Potássio	15,45 g.Kg ⁻¹ ± 8.73	18,38 g.Kg ⁻¹ ± 6.71	0,041*

5.2 NPK em *Cnidocolus bahianus*

Os valores nutricionais foliares resultantes das análises estatísticas de fósforo e potássio em *C. bahianus* apresentaram diferença significativa nos tratamentos pré e pós corte e queima. Os níveis médios de potássio nas rebrotas foram 53% maiores em comparação com as plantas antes do estresse. Já as análises de nitrogênio foliar não apresentaram diferenças significativas, ou seja, não diferiram estatisticamente antes e após o corte e queima. (Tabela 2).

Apesar de não terem sido observadas diferenças em nitrogênio, houve uma queda na média do P, além de um aumento na média de K. Um fator que pode ter influenciado o aumento significativo dos níveis de K nessa espécie é a priorização da retomada fotossintética, tendo em vista que o potássio auxilia na abertura estomática e conseqüentemente no transporte de substâncias das raízes para a parte aérea como citado por Paulilo (2015).

Os níveis nas médias de N e P foliar analisados também apresentaram um leve decréscimo que pode ter se dado devido a uma não absorção devido à lixiviação, corroborando os estudos de Giardina (2000), onde explicam que apesar da grande quantidade de nutrientes liberados no solo pelas cinzas da queima de matéria orgânica, cerca de 75% para N e 55% desse total de P disponível nessas cinzas pode ser perdido a partir da primeira chuva.

Tabela 2: Médias nutricionais de Nitrogênio, Fósforo e Potássio em folhas de *Cnidocolus bahianus* antes e após o corte e queima e o *p*-valor entre elas. (marcados com “*” apresentaram diferenças significativas).

Nutrientes	Pré corte e queima	Pós corte e queima	<i>p</i>
Nitrogênio	14.95 g. Kg ⁻¹ ± 6.76	12.2 g. Kg ⁻¹ ± 4.37	0,193
Fósforo	4.48 g. Kg ⁻¹ ± 0.85	4.35 g. Kg ⁻¹ ± 0.89	0,008*
Potássio	31.06 g. Kg ⁻¹ ± 11.23	47.55 g. Kg ⁻¹ ± 2.75	0,001*

6 CONCLUSÃO

A partir das análises realizadas, percebemos que a ACQ tende a reduzir os níveis de P e manter os mesmos níveis de N das rebrotas em comparativo com a planta mãe nas duas espécies, porém favorece o aumento de K, onde ambas as espécies apresentaram aumento significativo desse macronutriente. Essa capacidade de aumento dos níveis de K pode influenciar positivamente na riqueza da floresta, tendo em vista que uma folha mais nutritiva, consequentemente agrega uma serrapilheira mais nutritiva e aumenta o vigor da floresta a partir da mineralização e disponibilização desses nutrientes para os diferentes níveis tróficos.

Com esses resultados podemos inferir que as espécies lenhosas da família euphorbiaceae *Croton argyrophylloides* e *Cnidocolus bahianus* possuem adaptações que permitem-nas persistir mesmo em ambientes perturbados, ambas apresentam tolerância ao estresse térmico e apesar das mudanças nutricionais, podemos classificá-las como importantes candidatas à utilização em recuperação de áreas degradadas devido à capacidade de rebrota e a atuação como pioneiras na sucessão ecológica após grandes estresses como a queima tendo em vista que fatores de estresse como as perturbações antrópicas e as mudanças climáticas estão cada vez mais presentes.

7 REFERÊNCIAS

ALVES, A. et al. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, V.22 n.3 p. 126-135. 2009.

AMTMANN, A.; BLATT, M. R. Regulation of macronutrient transport. **New Phytologist**, v. 181, p. 35-52. 2009.

ANDREWS, M. et al. Do plants need nitrate? The mechanisms by which nitrogen form affects plants. **Annals of Applied Biology**. p. 1-17. 2013.

AZOFEIFA, A. S. et al.. Tropical Dry Forests in the Americas: **The Tropi-Dry Endeavor**. V.1 p. 1-16. 2013.

BARRÉ, P. et al. Transferência de potássio solo-planta: impacto da atividade da planta em minerais argilosos como visto por difração de raios X. **Planta e solo** 292, p. 137-146. 2007.

BEZERRA, S. et al. Drastic impoverishment of the soil seed bank in a tropical dry forest exposed to slash-and-burn agriculture. **Forest Ecology and management**. V. 513. 2022.

- BRINKMANN, W. L. F. & NASCIMENTO, J. C. do. The effect of slash and burn agriculture on plant nutrients in the Tertiary Region of Central Amazonia. **Ciências do ambiente**, V. 3, n. 1. p 1-12. 1973.
- CECCON, E. et al. Tree seedling dynamics in two abandoned tropical dry forests of differing successional status in Yucatán, Mexico: a field experiment with N and P fertilization. **Plant Ecology**, V. 170. n. 2 p. 12-26. 2004.
- CECCON, E. et al. . Abiotic Factors Influencing Tropical Dry Forests Regeneration. **brazilian archives of biology and technology, an international journal**. V.49, n. 2 p. 305-312. 2006.
- CLARKE, P. J. et al. Resprouting as a key functional trait: how buds, protection and resources drive persistence after fire. **New Phytologist**, 197: 19-35 2012.
- FERNANDES, M. F. & QUEIROZ, L. P. 2018. Vegetação e flora da Caatinga. **Ciência e Cultura**. V.70. p.51-56. 2018.
- FERNÁNDEZ, M. T. Fósforo: amigo o enemigo. **ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar**, V. 41, n. 2, p. 51-57. 2007.
- FERREIRA, M. M. M.. Sintomas de deficiência de macro e micronutrientes de plantas de milho híbrido BRS 1010. **Revista Agro@ambiente** V. 6, n.1, p. 74-83. 2012.
- FERREIRA, V. M. et al. Metabolismo do nitrogênio associado à deficiência hídrica e sua recuperação em genótipos de milho. **Ciência Rural**, V. 32, n.1 p. 13-17. 2002.
- FRANCO, A.A. & DÖBEREINER, J. A biologia do solo e a sustentabilidade dos solos tropicais. **Summa Phytopathológica**, São Paulo, V.20, n.1 p.68-74. 1994.
- FRANS, M. JM. Physiological functions of mineral macronutrients. **Elsevier. Science direct**. p. 250-258. 2009.
- HA, S. & SON, L. T. Understanding plant responses to phosphorus starvation for improvement of plant tolerance to phosphorus deficiency by biotechnological approaches **Critical Reviews in Biotechnology**. V. 34 p. 16-30. 2013.
- HAFSI, C. et al. Deficiência de potássio em plantas: efeitos e cascatas de sinalização. **Acta Physiologiae Plantarum**, 36 p-1055-170. 2014.
- HASNAT, G. N. T. & HOSSAIN, M. K. Global Overview of Tropical Dry Forest. **Manual de pesquisa em Conservação e restauração de Florestas Tropicais Secas**. p.23. 2020.

JIN J. et al. Interaction between phosphorus nutrition and drought on grain yield, and assimilation of phosphorus and nitrogen in two soybean cultivars differing in protein concentration in grains. **Journal of Plant Nutrition**, V. 29, p. 1433-1449. 2006.

JÚNIOR, N. N. P. et al. A agricultura de corte e queima: um sistema em transformação. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. **Ciências Humanas**, v. 3, n. 2, p. 155-156. 2008.

KAUFFMAN, J. B. et al. Biomass and Nutrient Dynamics Associated with Slash Fires in Neotropical Dry Forests. **Ecological Society of America**, V. 74, n. 1 p. 140-151. 1993.

KLEINMAN, P. J. A. et al. A sustentabilidade ecológica da agricultura de corte e queima. **Elsevier, Agricultura, ecossistemas e meio ambiente**, V. 52, edições 2–3 , fevereiro de 1995 , p. 235-249. 1995.

KNIGHT, H. Loss of nitrogen from the forest floor by burning. **The Forestry Chronicle**, V. 42, p. 1-4. 1966.

KUO, H.-F. & CHIOU, T.-J. The Role of MicroRNAs in Phosphorus Deficiency Signaling, **Plant Physiology** , V. 156, p. 1016–1024. 2011.

LEIGH, R. A. & JONES, R. G. W. uma hipótese relacionando concentrações críticas de potássio para crescimento à distribuição e funções deste íon na célula vegetal. **New Phytologist**, 97 p. 1–13. 1984.

MACHADO, C. C. C. et al. Estimativa do Índice de Área Foliar no Parque Nacional do Catimbau (PE - Brasil) e sua comparação com medições de campo usando o LAI-2200. XVI **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu. 2013.

MAMEDE, M. de A., ARAÚJO, de F. S. Effects of slash and burn practices on a soil seed bank of caatinga vegetation in Northeastern Brazil Journal of Arid Environments. **Elsevier** V. 72, n 4, p. 458-470. 2008.

Marin, V. A., et al. Fixação biológica de nitrogênio: bactérias fixadoras de nitrogênio de importância para a agricultura tropical. **Embrapa Agrobiologia**. 1999.

MARTINAZZO, R. et al. Fósforo microbiano do solo sob sistema plantio direto em resposta à adição de fosfato solúvel. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. V. 31, n.3, p. 563-570. 2007.

MATTOS, B. de S. et al.,. The influence of fire on soil properties under slash-and-burn agriculture management in a hillside environment in the Atlantic Forest biome. **Sociedade & natureza**, Rio de Janeiro, p. 1-11. 2022.

MONGE, A. S. **Efeito da pulverização com ureia, cloreto de potássio e sacarose sobre a transpiração o potencial hídrico e nitrogênio, potássio e açúcares nas folhas de mudas Coffea arabica L. submetidas a déficit de água.** Tese, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1989.

MOREIRA, B. et al. Rebrotar ou não rebrotar: fatores que impulsionam a variabilidade intraespecífica na rebrota. **Sociedade Nórdica Oikos**, p. 1-7. 2012.

MOURA F. E. R. & ALENCAR, R. D. Introdução à Agroecologia. Cap. 3 **A Planta**, p. 31, Ipanguaçu: IFRN. 2008.

Negrelle, R. Sprouting after uprooting of canopy trees in the Atlantic rain forest of Brazil. **Biotropica**. V. 27 p. 448-454. 1995.

NETO, V. J. S. **Influência da agricultura de corte-e-queima em atributos ecofisiológicos foliares de uma espécie lenhosa de caatinga com capacidade de rebrota.** Tese. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021.

OLIVEIRA, F. A. et al. Desenvolvimento e concentração de nitrogênio, fósforo e potássio no tecido foliar da berinjela em função da salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** V.6, n.1, p.37-45, Recife. 2011.

PANTANO, G. et al. sustentabilidade no uso do fósforo: uma questão de segurança hídrica e alimentar. **Química Nova**. V. 39, n.6, p. 732-740. 2016.

PAULILO, M. T. S. et al. **Fisiologia Vegetal**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, p. 182. 2015.

PENNINGTON, R. T. et al. Savanas Tropicais e Florestas Secas. **Current Biology**, V. 28 n. 9 p. 541-545. 2018.

PRAJAPATI, K. & MODI, H. A. the importance of potassium in plant growth – a review. **Indian Journal of Plant Sciences**; V. 1, p. 177-186. 2012.

PRATT, R. B. et al. Mortality of resprouting chaparral shrubs after a fire and during a record drought: physiological mechanisms and demographic consequences. **Global change biology**, 20: 905-906. 2014.

RITO, K. F. et al. Precipitation mediates the effect of human disturbance on the Brazilian Caatinga vegetation. **Journal of Ecology**, 105: 828-838. 2017.

ROMHELD, V. & KIRKBY, E. A. Pesquisa sobre potássio na agricultura: necessidades e perspectivas. **Planta Solo** 335 p. 155–180. 2010.

ROUW, D. A. Regeneration by sprouting in slash and burn rice cultivation, Taï Rain Forest, Cote d'Ivoire. *Journal of Tropical Ecology* V.9 p. 387–408. 1993.

SAMPAIO, E. V. B. et al. Regeneração da vegetação de caatinga após corte e queima em serra talhada, PE. **Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária**, v. 33 n. 5 621-632. 1998.

SANCHEZ, P. A.; et al. Amazon Basin soils: management for continuous Cop production. **Science**. v. 2016, n 4548, p. 821-827. 1992.

SANTOS, S. M. Fósforo: importância, manejo e sintomas de deficiência. **Equipe mais soja**. 2020.

SHARMA, S. Impacts of nitrogen on plant disease severity and plant defense mechanism. **Fundamental and Applied Agriculture** V. 1.5 n.3 p.303-314. 2020.

SILVA, A. B. **Efeitos da agricultura de corte-e-queima sobre a regeneração da Caatinga**. Tese. Universidade Federal da Bahia, Salvador, março de 2021.

SILVA, R. R. C. de A. **Ecofisiologia e anatomia de Calotropis procera sob estresse abiótico**. Tese Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

SOUSA, L. D. A. de. **Cinética de liberação do potássio em rejeito de mineração de vermiculita para o fortalecimento do solo**. Dissertação. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

SPECHT, M. J. et al. Socioeconomic differences among resident, users and neighbour populations of a protected area in the Brazilian dry forest. **Journal of Environmental Management** 232, p. 607–614. 2019.

TAIZ, L & ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. ed 6. Porto Alegre: Artmed. 2017. p. 112- 130. 2017.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. 2004. **Fisiologia vegetal**. ed 3. Porto Alegre: Artmed. 2004. p.719-722.

TANG, K. H. D. & YAP, P. S. A Systematic Review of Slash-and-Burn Agriculture as an Obstacle to Future-Proofing Climate Change. **Proceedings of the 4th International Conference on Climate Change**, V. 4, n 1, p. 1-19. 2020.

UHL, C. B. R. & SERRAO, E. A. S. Abandoned pastures in eastern Amazonia.1. Patterns of plant succession. **Journal of Ecology** V.76 p. 663–681. 1988

VANDERLEI, R. S. et al. Extensive clonal propagation and resprouting drive the regeneration of a Brazilian dry forest. **Journal of Tropical Ecology**, 37(1): 1-8. 2021.

VIECELLI, C. A. Guia de deficiências nutricionais em plantas. **Grupo Marista**, PR: PUCPR Câmpus Toledo. V. 1 p. 25-112. 2017.

VIEIRA, D. L. M. et al. Tropical dry-forest regeneration from root suckers in Central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, V.22 p. 353-357. 2006.

VILAR, C. C., & VILAR, F. C. M. Comportamento do fósforo em solo e planta. **Revista Campo Digital**, V. 8 n.2, p.37-44. 2013.

WANG, G. et al. Slash-and-burn in karst regions lowers soil gross nitrogen (N) transformation rates and N-turnover. **Geoderma**, V. 425. 2022.

WILSON, E. O. **Biodiversity. National Academy of Sciences**. p. 130-134. 1988.