



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CURSO DE AGRONOMIA

ALEX ANDRÉ BATISTA PIMENTEL

**AVALIAÇÃO DO RISCO DE SALINIZAÇÃO E SODIFICAÇÃO DO SOLO PARA
CULTIVO DE *CANNABIS sp.***

AREIA

2021

ALEX ANDRÉ BATISTA PIMENTEL

**AVALIAÇÃO DO RISCO DE SALINIZAÇÃO E SODIFICAÇÃO DO SOLO PARA
CULTIVO DE *CANNABIS sp.***

Trabalho de graduação apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia, do
Centro de Ciências Agrárias, da
Universidade Federal da Paraíba, em
cumprimento às exigências para obtenção
do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Raphael Moreira Beirigo

**AREIA
2021**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

P644a Pimentel, Alex André Batista.

Avaliação do risco de salinização e sodificação do solo para cultivo de Cannabis sp. / Alex André Batista Pimentel. - Areia:UFPB/CCA, 2021.

35 f. : il.

Orientação: Raphael Moreira Beirigo.

TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Terras secas. 3. Planossolos nátricos. 4. Maconha. 5. Qualidade do solo. I. Beirigo, Raphael Moreira. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(02)

ALEX ANDRÉ BATISTA PIMENTEL

AVALIAÇÃO DO RISCO DE SALINIZAÇÃO E SODIFICAÇÃO DO SOLO PARA
CULTIVO DE *CANNABIS sp.*

Trabalho de graduação apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia, do
Centro de Ciências Agrárias, da
Universidade Federal da Paraíba, em
cumprimento às exigências para obtenção
do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em: 09/12/2021

BANCA EXAMINADORA

Raphael M Beirigo

Prof. Dr. Raphael Moreira Beirigo
Orientador
(DSER/CCA/UFPB)

Roseilton Fernandes dos Santos
Prof. Dr. Roseilton Fernandes dos Santos
DSER/CCA/UFPB
SIAPE 1680131

Prof. Dr. Roseilton Fernandes dos Santos
Membro interno
(DSER/CCA/UFPB)

Rodrigo Santana Macedo

Dr. Rodrigo Santana Macedo
Membro externo
(INSA/MCTI)

“TODA ARTE É IMITAÇÃO DA NATUREZA”, SÊNECA.

Dedicatória

A meus pais, que nunca desistem.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à cidade de Areia, que me recebeu de forma maternal, a turma 2016.1, mostrando como se faz melhor em coletivo, à ABRACE - Associação Brasileira de Apoio Cannabis Esperança, por trazer esperança de vida a milhares de pessoas, ao Instituto Nacional do Semiárido, por sua ação persistente, ao Departamento de Solos e Engenharia Rural, por estruturar a base agronômica de seus formandos, ao grupo de pesquisa, ensino, extensão e inovação Gênese e Serviços Ecossistêmicos do Solo, a seu enfoque natural da ciência, a todos os professores que tive na vida, em especial ao Professor Roseilton Fernandes, que nunca nega apoio, ao Raphael M. Beirigo, por apostar em políticas de transformação, à Silvana Silva, por ensinar a aprender, e também à minha noiva que nunca deixou de acreditar em mim.

RESUMO

A *Cannabis* sp. L. (1753), chamada também por cânhamo ou maconha, é um gênero da família Cannabaceae muito utilizada em todo o planeta, como alimento, fibras e medicinal há pelo menos 12000 anos. 104 fitocanabinóides já foram descritos na literatura como moléculas de interesse, sendo os principais o tetrahydrocannabinol (THC), canabidiol (CBD) e canabinol (CBN). Tendo em vista aplicação de políticas de perseguição, a cultura foi se tornando obsoleta cientificamente, mas décadas seguiram com persistentes resultados em pesquisas e hoje já deixa de ser um tabu. No Brasil hoje há a atuação da ABRACE Esperança, a primeira instituição do país autorizada pela Justiça a cultivar maconha para fins medicinais, e supre a demanda de pelo menos 25 mil pacientes que precisam do remédio. A planta exige requerimentos agrônômicos mínimos para seu desenvolvimento, mas ainda há poucos trabalhos pesquisas publicados a respeito das demandas de nutrientes. Uma causa a ser investigada como fator limitante é o processo de salinização e ou sodificação do solo em regiões sob clima árido e semiárido que ocorre devido a causas naturais. Foi avaliado os atributos morfológicos, físicos e químicos de um solo e os físico-químicos da água de irrigação em área autorizada para o cultivo de *Cannabis* sp., com o objetivo determinar o risco de salinização e, ou, sodificação do solo e consequentemente sua produtividade. O trabalho foi realizado em área de produção agrícola da ABRACE Esperança, site II “Lucas Alexandre”, no município de Campina Grande. Foi realizada descrição morfológica do perfil de solo, análises químicas e de pasta saturada do solo, análise física e da água de irrigação. O solo da área é um Planossolos Nátrico, a presença de horizonte Bt (plânico) e mudança textural abrupta causam uma percolação muito lenta da água, com formação de lençol suspenso. Solos assim apresentam alto risco de salinização e sodificação mesmo com uso de água de melhor qualidade, devido a classe de drenagem ser imperfeita a mal drenados. Se faz necessário um plano de manejo da irrigação, adubação, e de práticas mecânicas de manejo e de drenagem do solo para melhorar as características agricultáveis para o cultivo da *Cannabis*.

Palavras-Chave: terras secas; planossolos nátricos; maconha; qualidade do solo.

ABSTRACT

Cannabis sp. L. (1753), also called hemp or marijuana, is a genus of the Cannabaceae family, widely used throughout the planet as food, fiber and medicine for at least 12000 years. 104 phytocannabinoids have already been described in the literature as molecules of interest, the main ones being tetrahydrocannabinol (THC), cannabidiol (CBD) and cannabitol (CBN). In view of the application of persecution policies, the culture was becoming scientifically obsolete, but decades followed with persistent results in research and today it is no longer taboo. In Brazil today, ABRACE Esperança works, the first institution in the country authorized by the Justice to cultivate marijuana for medicinal purposes, and it supplies the demand of at least 25 thousand patients who need the medicine. The plant requires minimal agronomic requirements for its development, but there are still few published research papers on nutrient demands. One cause to be investigated as a limiting factor is the process of salinization and/or sodification of the soil in regions under arid and semiarid climate that occurs due to natural causes. The morphological, physical and chemical attributes of a soil and the physical-chemical attributes of the irrigation water in an area authorized for the cultivation of *Cannabis* sp. were evaluated, with the objective of determining the risk of salinization and/or sodification of the soil and consequently its productivity. The work was carried out in the agricultural production area of ABRACE Esperança, site II "Lucas Alexandre", in the municipality of Campina Grande. Morphological description of the soil profile, chemical and saturated soil paste analysis, physical analysis and irrigation water were performed. The area's soil is a Natric Planosol, the presence of a Bt (planic) horizon and abrupt textural change cause a very slow percolation of water, with the formation of a suspended sheet. Soils like this present a high risk of salinization and sodification even with the use of better quality water, because the drainage class is imperfect to poorly drained. A management plan for irrigation, fertilization, and mechanical management practices and soil drainage is necessary to improve the arable characteristics for the cultivation of cannabis.

Keywords: drylands; solonetz; hemp; soil quality.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
1.1. A planta	8
1.2. A ciência	9
1.3. A política e o mercado	10
1.4. O cultivo hoje no Brasil.....	12
1.5. As questões agronômicas.....	13
1.6. A problemática	14
1.7. Objetivos	16
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	16
2.1. Caracterização da área de estudo	16
2.2. Análises de solo.....	17
2.2.1. Descrição morfológica	17
2.2.2. Químicas.....	17
2.2.3. Físicas	18
2.2.4. Análises da água de irrigação	17
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
3.1. Caracterização da área de estudo	16
3.2. Atributos Físicos	217
3.3. Atributos Químicos.....	216
3.4. Classificação do solo	25
3.5. Parâmetros físico-químicos da água do poço e do tanque e classificação	25
4. CONCLUSÕES	26
REFERÊNCIAS.....	27

1. INTRODUÇÃO

1.1. A planta

A *Cannabis sp.* L. (1753), chamada também por cânhamo ou maconha, é um gênero da família *Cannabaceae*, são plantas muito utilizadas em todo o planeta, como alimento, fibras e medicinal há pelo menos 12000 anos (CHOPRA & CHOPRA, 1957; FLEMING & CLARKE, 1998; PAIN, 2015; APG IV, 2016; REN, 2021), desde relatos na farmacologia chinesa e hindu, passando por uso na escrita suméria e hebraica, até para inspirações filosóficas na Europa iluminista.

São mais de 700 variedades existentes de *Cannabis sp.* cultivadas no mundo, mas não há consenso sobre como definir espécies e subespécies, e provavelmente nunca haverá (SPOONER et al., 2003).

As plantas são consideradas como originais da Ásia temperada, ocidental ou central. No entanto, nenhuma área precisa foi identificada onde a espécie ocorreu antes de começar sua associação com humanos.

De Candolle (1885) especulou que a área ancestral era a região sul do Mar Cáspio, e outros autores (WALTER, 1938; SHARMA, 1979) sugeriram que a planta é nativa da Sibéria, China ou Himalaia, possuindo, certamente, sua origem no Velho Mundo. Durante pelo menos os últimos 6.000 anos a planta foi amplamente transportada e difundida, culminando em oportunidades de estabelecimento fora de sua área original.

Sendo a espécie espalhada e modificada por humanos por milênios, não parece haver um meio confiável de determinar com precisão sua área geográfica original, nem mesmo se uma planta coletada na natureza representa um tipo selvagem primitivo ou se já foi influenciada por sua domesticação (SMALL, 2015)

Carl von Linnaeus, em 1753, foi o primeiro a classificar *Cannabis* usando o novo sistema de nomenclatura binomial. Desde então, o gênero foi colocado em *Moraceae*, depois *Urticaceae*, antes de se formar em sua própria família, *Cannabaceae* (BOULOC, 2013), sendo muitas vezes cogitada sua possível subdivisão com a variação interna na família destas plantas.

Nomenclaturas diferentes são encontradas pelo globo, sendo as mais antigas encontradas no latim clássico igual ao árabe “kannab”, em hebraico “kaneb”, e no assírio “quanabu”.

A análise linguística indica que o “kaneh-bosm” referido cinco vezes no Antigo Testamento era, na verdade, cannabis (BENET, 2011). Bennett (2010), buscou evidências linguísticas e culturais de que cannabis também era o ingrediente principal na receita da soma védico e do haoma zoroastriano.

Historicamente, o cânhamo é encontrado na China por volta de 8000 aC. A cerâmica, datada de 6200 - 4000 a.C., foi encontrada representando roupas que, em análise, mostraram ser feitas de cânhamo (BOULOC, 2013).

Na antiga China, outros restos de cânhamo, incluindo sementes de cânhamo, foram encontrados nos túmulos de nobres (2100 - 1900 a.C.), demonstrando que o cânhamo estava em uso durante esses tempos. Tsai-Lun, Ministro da Agricultura da China, que em 105 aC comercializava papel feito de cânhamo e casca de amoreira (BOULOC, 2013).

O agrônomo romano do século IV, Palladius, é conhecido por dar continuidade ao trabalho de Columela, escritor conhecido por tratados agronômicos do século I, e seus predecessores, com protocolos para o cultivo do cânhamo, entre outras culturas, que foram praticados em toda a Idade Média. Também se sabe que Carlos Magno recomendou o cultivo de cânhamo (BOULOC, 2013), possivelmente em virtude do uso têxtil grosseiro em alta demanda para sacos, cordas e velas.

Em paralelo de sua exploração para a indústria têxtil, seu uso é conhecido em usos de status social, religioso e medicinal, citado em diversas farmacopeias como benéfico para doenças desde dores simples no corpo, a distúrbios como fibromialgia, passando por insônia e falta de apetite, chegando a casos mais graves como esquizofrenia e Alzheimer.

1.2. A ciência

Até 2014, 104 fitocanabinóides foram descritos na literatura como sendo as moléculas de interesse para esta ação. Os principais fitocanabinóides são o (-) - Delta-9-trans-tetrahydrocannabinol (Δ^9 -THC), cannabigerol (CBG), cannabidiol (CBD), cannabinol (CBN), flavonoides, esteroides, e xantonas (PERTWEE, 2014).

Entretanto, e provavelmente em virtude de sua variação genética e fenotípica, bioquimicamente estes compostos são sintetizados de formas diferentes, a partir de diferentes cultivos, de forma a dispor de diferentes reações aos inúmeros pacientes e moléstias que se buscavam curar.

Dessa forma, a planta não obteve um êxito científico ocidental até os séculos XVIII e XIX no desenvolvimento da medicina moderna, sendo muitas vezes recomendada como uso popular sem uma "profissão médica organizada e robusta" (UNODC 1953; CHOPRA e CHOPRA 1957).

Só mais recentemente que as descobertas dos diferentes componentes da planta, receptores do corpo humano e concentrações indicadas foram desenvolvidas (GAONI e MECHOULAM, 1964; CARLINI e CUNHA, 1981; BARRET et al, 1985; MATSUDA et al., 1990; MUNRO et al. 1993; BEN-SHABAT, 1998; MECHOULAM e BEN-SHABAT, 1999; PARKER e MECHOULAM, 2002; ABRAMS, 2003; APPENDINO, 2008; MARZO e PETROCELLIS, 2010).

Antes disso, o uso e comércio de produtos à base da planta eram tidos sem restrições, passando, por vezes quando sob interesse, somente taxados com tributos que favorecessem os países envolvidos no transporte, produção e uso.

A partir de 1805, com o isolamento da morfina, posteriormente aspirina, barbitúricos, e certas vacinas, os medicamentos complexos participam cada vez mais do cenário medicinal moderno, inflando comércios globais das culturas envolvidas e influenciando decisões de guerras com seu poder de cura entre soldados.

Então, a sociedade farmacêutica recém-formada na Grã-Bretanha, em 1868 teve um incentivo profissional para apoiar a legislação como a *Law Pharmacy* que garantia a responsabilidade pela regulação e distribuição de venenos e outras drogas perigosas, incluindo ópio e cannabis (ANDERSON 2005, citado por PERTWEE, 2014).

Assim, o princípio de que os medicamentos psicoativos devem ser utilizados apenas para fins médicos (conforme definido pela medicina ocidental), ganhou aceitação nas nações europeias e eventualmente se tornaria um princípio fundamental das convenções internacionais de controle de medicamentos (PERTWEE, 2014).

1.3. A política e o mercado

A planta da *Cannabis* é tida como a primeira droga a ser proibida em algum lugar no mundo, e exatamente no Brasil. Veio por meio de um Código de Postura da cidade do Rio de Janeiro datado de 1830, através do qual foi “proibida a venda e o uso do pito do pango, bem como a conservação dele em casas públicas” (MOTT, 1986, citado por JÚNIOR, 2016). O termo “pito” significa tanto cigarro quanto cachimbo, enquanto que “pango” seria o efeito de relaxamento causado por seu uso.

Dessa forma, e em resumo, a partir de convenções internacionais como a Conferência Internacional em Xangai (1909), seguido pela convenção em Haia (1912), conferências realizadas em Genebra em 1924 e 1925, 1931 e 1936, endossamento científico e político da OMS (1954) para controle e uso do ópio exclusivamente para uso médico e científico, a cannabis foi se tornando obsoleta e culturalmente perseguida.

Criminalizando seu uso, porte, cultivo, declarada “guerra as drogas” por Nixon (1969), presidente estadunidense, o pensamento influenciou o comportamento mundial, salvo algumas exceções.

Mas décadas depois seguindo o debate em virtude do número contínuo de interessados, remetendo ao sucesso do tráfico, do excesso de mortes de pessoas envolvidas explicitando a falha da guerra as drogas, vários estados norte-americanos (com sua política independente) repensaram suas diretrizes, além de países como Holanda, Bélgica, Israel, Canadá, Portugal e Uruguai entraram na vanguarda da discussão sobre a importância de sua exploração.

Hoje em dia no Brasil, o assunto deixa de ser considerado um tabu, pensamento advindo da cultura colonialista proibicionista imposta pela política internacional, que por meios legislativos suprimiram a cultura habitual de uso da *Cannabis sp* na medicina do homem negro e indígena, afora a exploração têxtil árabe e europeia, e vem ganhando respaldo com publicações científicas de diversas vertentes que buscam retomar o bom uso do gênero vegetal para fins comerciais (GAONI e MECHOULAM, 1964; CARLINI e CUNHA, 1981; BEN-SHABAT, 1998; PARKER e MECHOULAM, 2002; ABRAMS, 2003).

No Brasil, estudos envolvendo questões sociológicas e farmacêuticas já são realizados a décadas, porém faltam pesquisas das ciências agrárias que a envolvam.

Segundo pesquisa do *Arcview Market Research*, o mercado legal de maconha movimentou US\$ 6,7 bilhões em 2016 e deve totalizar US\$ 20 bilhões em 2021. No Brasil, a arrecadação tributária da maconha representaria, segundo os cálculos do estudo, cerca de 40% das receitas de bebidas (R\$ 16,1 bilhões), em 2014, e em torno de 60% da arrecadação com o tabaco que em 2014 foi de R\$ 9,8 bilhões (SILVA, 2016).

Previsões estimam que este mercado pode ultrapassar os USD\$ 30 bilhões anualmente apenas nos Estados Unidos a partir de 2025 (CARNEIRO, 2017).

Mesmo com uma cultura instalada de preconceito e repressão, os cultivos ilícitos movimentam hoje no Brasil cerca de R\$ 100 milhões e empregaram cerca de 40 mil pessoas no início do século XXI (BRANDÃO, 2013) e espera-se que com o mercado medicinal este número pode chegar a R\$ 4,4 bilhões com apenas 3 anos de regulamentação da produção instalada no país (FRONTIER FINANCIALS GROUP, 2018).

1.4. O cultivo hoje no Brasil

Hoje, no Brasil, há um permissivo legal que garante o cultivo da Cannabis para fins medicinais, a saber: a Convenção Única de Entorpecentes de 1961 da Organização das Nações Unidas - ONU, que, por meio da promulgação do Decreto nº 54.216/64, foi internalizada ao ordenamento jurídico pátrio. Propriamente no Brasil, há a Lei nº 11.343/2006 - Lei de Drogas - que admite essa possibilidade em seu art. 2º, parágrafo único.

O Decreto nº 5.912/2006, que regulamentou a Lei 11.343/2006, prevê que é incumbência do Ministério da Saúde autorizar a cultura e colheita de vegetais dos quais possam ser extraídas drogas para uso exclusivamente medicinal ou científico.

A partir disto, surgiu a Associação Brasileira de Apoio Cannabis Esperança (ABRACE) que atua no estado da Paraíba, como sendo a primeira instituição do Brasil autorizada pela Justiça por meio de uma liminar a cultivar maconha para fins medicinais, suprimindo a demanda de pelo menos 25 mil pacientes que precisam do remédio.

Há medicamentos à base de Cannabis, disponíveis no Brasil através de importação, mas custando altos valores de compra que atraem os olhos de agricultores e empresários que vislumbram esta nova perspectiva de mercado.

Popularmente conhecida como “maconha”, “diamba”, ou mais antigamente como “pito do pango” ou “fumo de angola”, a cannabis foi e é até hoje cultivada como cultura de subsistência de alguns povos camponeses como mão de obra do tráfico no sertão brasileiro, envolvendo comércio regional com terras indígenas (CUNHA, 2018), da união, ocupadas ou patrocinadas por grandes latifundiários que se envolveram no negócio.

Discussão sobre as relações econômicas de trabalho e demanda, políticas e sociais são bem trabalhadas por Rosa (2019), que ressalta o destaque à região conhecida como “Polígono da maconha”, formada pelos municípios de Cabrobó,

Orocó, Petrolina, Carnaubeira da Penha, Belém de São Francisco, Betânia, Floresta e Santa Maria da Boa Vista, em Pernambuco; e Juazeiro, Paulo Afonso, Glória e Curaçá, na Bahia.

O Polígono da maconha está na região semiárida do Brasil, com longos períodos de estiagem, chuvas concentradas entre janeiro e abril, e é beneficiada por terras às margens do Rio São Francisco, ou mesmo em suas ilhas e ilhotas formadas ao longo do trecho.

A altitude da região varia entre 284 a 426m, com solos predominantemente da classe dos Luvissolos Crômicos e Planossolos Nátricos (ARAUJO FILHO et al., 2000). As temperaturas variam entre 24 e 27 °C todo o ano, implicando numa elevada evapotranspiração potencial e consequentemente, déficit hídrico e índice de aridez alto, variando entre 0,24 e 0,40 (LUCENA, 2017).

1.5. As questões agronômicas

As plantas de *Cannabis*, como a maioria das plantas superiores, requer muitos nutrientes para apoiar o seu crescimento de forma saudável.

Estes são divididos em macronutrientes (nitrogênio, potássio, fósforo, magnésio, cálcio e enxofre) que são necessários em quantidades relativamente grandes, e uma gama de substâncias igualmente importantes, mas em quantidades menores, que são considerados os micronutrientes (zinco, cobre, ferro, manganês, molibdênio, boro e cloro) (MCPARTLAND et al. 2000 citado por PERTWEE, 2015).

A *Cannabis sp* pode ser cultivada em vários tipos de solo, mas se desenvolve melhor em solos argilosos, profundos, bem drenados, teores médios a altos de matéria orgânica (>1,5 dag/kg), pH entre 6,0 e 7,5, eutróficos e boa capacidade de retenção de água (ADESINA, 2020).

São atributos necessários para que a raiz se desenvolva bem, além de um manejo conservacionista do solo com uso de cobertura morta, contínuo incremento de matéria orgânica e plantio direto. A cultura demanda mais água principalmente em seu estado inicial de vegetação.

O cultivo do cânhamo, requer uma precipitação mínima de 630 a 750 mm por ano (ADESINA, 2020), demanda semelhante a de outras variedades de *Cannabis*. Assim, mantendo o metabolismo ativo, a planta não requer altas quantias de água, mas sim uma disposição contínua em seu substrato de modo a evitar um ponto de

murcha permanente (VIEHMEYER & HENDRICKSON, 1949) que venha a danificar a planta de forma irreversível.

Nutricionalmente, encontra-se na literatura informal e recomendações de lojas dedicadas a venda de produtos para Cannabis, que necessitam principalmente de cálcio, fósforo e nitrogênio para estabelecimento inicial, magnésio para vigor fotossintético, potássio e fósforo na floração.

Mas existem poucos trabalhos pesquisas publicados a respeito das demandas de nutrientes para a Cannabis (COCKSON et al., 2019).

Para que seja realizado uma completa análise da qualidade do solo é necessário a identificação e a avaliação de indicadores que integrem e relacionem atributos físicos, químicos e biológicos (STENBERG, 1999).

1.6. A problemática

As precipitações baixas e, ou, mal distribuídas nas regiões áridas ou semiáridas faz com que os solos apresentem alto risco de salinização. Nestas regiões as mudanças no uso do solo podem causar os processos de salinização e, ou sodificação.

O processo de salinização e ou sodificação do solo em regiões sob clima árido e semiárido ocorre devido a causas naturais (FANNING & FANNING, 1989; VAN BREEMEN & BUURMAN, 2002; BUOL ET AL., 2011), podendo ocorrer também sob clima úmido em superfícies geomórficas específicas da paisagem (BARBIÉRO et al., 2008; FURQUIM et al., 2008).

Os solos salinos apresentam condutividade elétrica (CE) ≥ 4 dS/m, sendo subdivididos em salinos CE ≥ 4 e ≤ 7 dS/m e sálco CE ≥ 7 dS/m (EMBRAPA, 2018; RIBEIRO, 2010).

Tais solos são geralmente subdivididos em salino-sódicos, caracterizados por apresentar condutividade elétrica ≥ 4 dS/m e pH < 8.5 , e apenas sódicos, com condutividade elétrica < 4 dS/m e pH ≥ 8.5 (USSLS, 1954). A presença de altos teores de sais afeta a absorção de água e causam distúrbios nutricionais como toxicidade e deficiências (USSLS, 1954; DIAS; BLANCO, 2010).

As propriedades do clima de maior significância pedogenética que influenciam o processo de salinização do solo em regiões sob clima árido ou semiárido são a temperatura e a precipitação (YOUNG, 1976), com efeitos diretos nas taxas de evapotranspiração.

Quando a evapotranspiração excede a precipitação pode haver um acúmulo de sais, carbonatos, sulfatos, na superfície ou no interior do solo, favorecendo, por exemplo, os processos de salinização e, ou, carbonatação (KÄMPF & CURI, 2012).

O local da acumulação dos sais no solo é condicionado pela profundidade de penetração da água da chuva e, em caso de contaminação pela água subterrânea, por ascensão capilar.

A acumulação de sais solúveis no solo irá resultar no aumento da condutividade elétrica (CE) e da pressão osmótica da solução do solo.

O aumento da pressão osmótica já diminui a disponibilidade de água para as plantas. As plantas mais sensíveis já são influenciadas quando a CE excede 2 dS/m. Enquanto a concentração de sais for alta, a argila permanece floculada, mesmo com Na trocável elevado, resultando em alta estabilidade estrutural do solo. Eventualmente, a maior parte do Na trocável é lixiviada do horizonte superficial sob a influência de CO₂.

Nisto, eventualmente resulta num horizonte superficial ácido com pouca argila, sobrejacente a um horizonte Btgn, em processo chamado de solodização (KÄMPF & CURI, 2012).

A salinização, solonização e solodização são processos pedogenéticos sequenciais relacionados com a formação, evolução e degradação dos solos salinos e sódicos, podendo também ocorrer independentemente de um estágio prévio de salinização, pela passagem direta do Na para as superfícies coloidais, a partir do intemperismo de minerais ricos em sódio, particularmente albita (NaAlSi₃O₈), em condições de drenagem deficiente (WILDING et al., 1963, citado por GHEYI, 2016).

O processo de salinização do solo altera os atributos físicos e químicos e, conseqüentemente, impacta o ambiente microbiológico do solo, sendo de extrema importância conhecer as relações existentes entre o sistema de uso da terra e os atributos do solo, os quais têm reflexos diretos na sustentabilidade e qualidade ambiental do ecossistema (BRITO, 2017).

Há estimativas de que, no Brasil, a área total de solos salinizados seja superior a 4.000.000 hectares (ALVES, 2009; SOUZA, 2009; BRITO, 2017; QUEIROZ, 2021) bem como formas de remediação (LEITE, 2007; ABRANTES, 2018) para o convívio em situações de estresses edáficos e climáticos, como no caso do município de Campina Grande, que com a crescente demanda urbana vem buscando gerir melhor o uso de água nos últimos anos.

Métodos de remediação da salinização e, ou, sodificação do solo dependem da caracterização morfológica, física, química e mineralógica do solo, os quais podem conjuntamente elaborar uma reflexão crítica acerca dos indicadores de qualidade do solo.

Em virtude da carência de referências agronômicas para o cultivo da *Cannabis* no Brasil, ainda mais com enfoque em solos do semiárido, foi avaliado os atributos morfológicos, físicos e químicos de um solo e os físico-químicos da água de irrigação em área autorizada para o cultivo de *Cannabis sp.*, com o objetivo determinar o risco de salinização e, ou, sodificação do solo e consequentemente a produtividade da *Cannabis sp.*

1.7. Objetivos

Vimos aqui trazer uma contribuição científica em parceria com a ABRACE Esperança, de forma auxiliar tecnicamente com a problemática do cultivo de *Cannabis sp.* em solos com susceptibilidade a salinização e, ou, sodificação. A partir das seguintes hipóteses:

- 1) O solo da área de estudo apresenta altos teores de Na devido a causas naturais, associadas aos fatores de formação Material de Origem, Clima e Relevo.
- 2) O solo apresenta alto risco de salinização ou sodificação quando irrigado com água do poço da área.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1. Caracterização da área de estudo

O trabalho foi realizado em área de produção agrícola da ABRACE Esperança, site II “Lucas Alexandre”, localizada no município de Campina Grande, na mesorregião do Agreste Paraibano, a 519 m de altitude. A litologia da área de estudo é um Gnaisse do Complexo São Caetano da Era Mesoproterozoica (SANTOS, 2002). O clima da área é do tipo As (quente úmido com chuva de outono inverno) de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, com precipitação média anual de 651 mm e a média das temperaturas máxima e mínima de 24,7 e 21,1 ° C respectivamente (ALVARES et al., 2013) e índice de aridez de 0,53. O solo da área era utilizado como

um antigo campo de futebol com grama-batatais (*Paspalum notatum* Flüggé). E atualmente utilizado para cultivo de Cannabis medicinal para os associados da ABRACE Esperança, autorizado pela justiça brasileira em ambiente controlado e seguro (Figura 1)



Figura 1 - Cultivo de Cannabis medicinal ABRACE.

2.2. Análises de solo

2.2.1. Descrição morfológica

Foi realizada a descrição do solo de acordo com o Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Santos et al., 2015). Após a descrição dos atributos morfológicos do solo foi realizada a coleta de amostras deformadas e indeformadas de solo.

2.2.2. Químicas

Após secas ao ar e passadas em peneira de 2 mm, foram determinados nas amostras compostas o pH em água; os teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ , Na^+ , K^+ trocáveis e P disponíveis e os teores de carbono total, de acordo com os métodos descritos em Embrapa (2009), Os teores de Al^{+3} e SO_4^{2-} conforme descrito em IAC (2001). Os

teores trocáveis de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ e K^+ foram obtidos por ICP-OES. Os teores de fósforo foram determinados por espectrofotometria (Embrapa, 2009). Foram calculados os valores de capacidade de troca de cátions efetiva (CTC) saturação por base (V%), saturação por alumínio (m%) e porcentagem de sódio trocável (PST). Com os teores de carbono total foram obtidos os teores de matéria orgânica (MO) pela fórmula: $\text{MO} = \text{C orgânico} \times 1,724$. Para avaliar alguns atributos associados a salinização dos solos foi empregado o método da pasta saturada (USDA, 1996; DONAGEMMA, 2011). Para o cálculo do *Sodium Adsorption Ration* ou Razão de Adsorção de Sódio (SAR ou RAS), parâmetro empregado para caracterização de solos salinos e, ou, sódicos (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954), foram determinados a partir do extrato de pasta saturada os cátions Ca, Mg e Na, juntamente com o pH e CE. Foram determinados os cátions (Ca, Mg e Na), ânions (SO_4^{2-} , Cl^-) e CE no extrato da pasta de saturação afim de estabelecer a via salinização dos solos.

2.2.3. Físicas

As análises físicas foram granulometria (areia, silte e argila) de acordo com (DONAGEMMA, 2011).

2.2.4. Análises da água de irrigação

As análises das águas disponíveis na área, uma oriunda de um poço, de uso pausado, e outro oriundo de um tanque de peixes que foi adaptado para a irrigação do cultivo, seguiram sob coleta conforme Prado (2004). Foram determinados o pH, C.E., cátions (Ca, Mg e Na) e ânions (SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3^{2-} e HCO_3^-) de acordo com o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (1998). A partir dos resultados foi calculado a RAS (razão de adsorção de sódio) e a classificação da água de acordo com Richards (1954).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Morfologia do solo

O solo apresenta sequência de horizontes A, BA, Bt_1 , Bt_2 e Cr e pouco profundo, com até 75 cm de profundidade. A classe de drenagem é imperfeitamente drenado, a água é percolada no solo lentamente, os solos desta classe de drenagem comumente

apresentam uma camada de permeabilidade lenta, neste caso o horizonte Bt, com formação de lençol suspenso e ocorrência de processos redoximórficos (EMBRAPA, 2018).

A transição do horizonte A para BA é clara e ondulada, do BA para Bt₁ é abrupta e ondulada, Bt₁ para o Bt₂ é clara e ondulada e do Btgn₂ para o Cr é abrupta e ondulada (Figura 2).

A estrutura do horizonte A é fraca, média e granular, do BA é moderada, média/grande prismática que se desfaz em forte, grande em blocos subangulares. Os horizontes Bt₁ e Bt₂ tem estrutura forte, grande e prismática, que se desfaz em forte, grande em blocos subangulares e o horizonte Cr é maciça.

Os horizontes Bt₁ e Bt₂ tem presença de mosqueados comuns. Esses atributos caracterizam estes dois horizontes com plânico, e podem trazer impactos no cultivo da *Cannabis sp.* por trazer impedimentos físicos no desenvolvimento radicular com compactação em subsuperfície, além de problemas químicos causados pela má drenagem do solo.

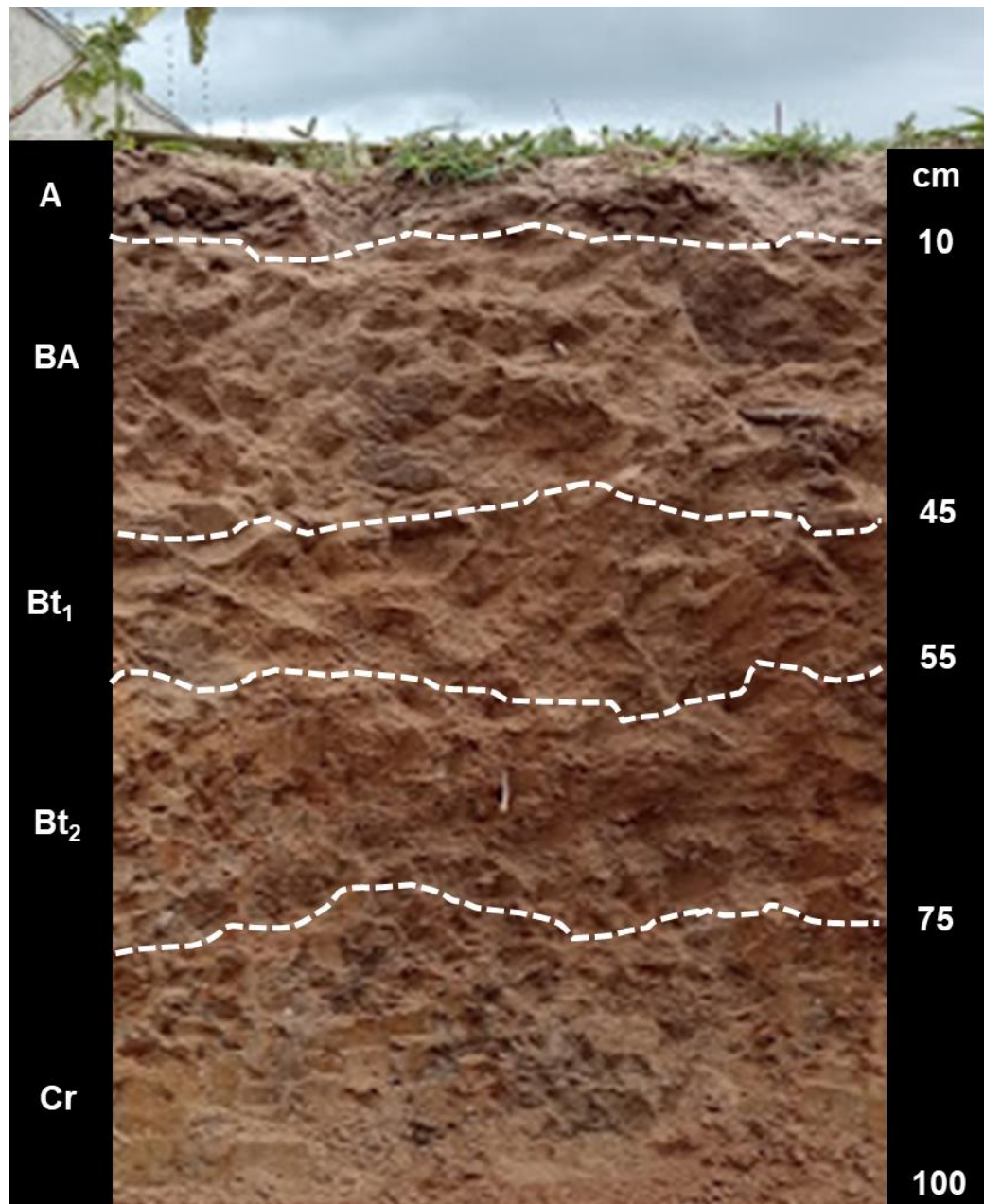


Figura 2 - Solo da área de estudo. Destaque para os horizontes, transições e profundidade.

O horizonte B plânico é um tipo especial de horizonte B textural, com ou sem caráter sódico, subjacente a horizontes A ou E, apresentando mudança textural abrupta ou transição abrupta associada à relação textural com valor dentro do especificado para o horizonte B textural (EMBRAPA, 2018).

Tem estrutura prismática, colunar ou em blocos angulares e subangulares grandes ou médios e, às vezes, estrutura maciça, com permeabilidade lenta ou muito lenta e cores acinzentadas ou escurecidas, podendo ou não possuir cores neutras de redução com ou sem mosqueados (EMBRAPA, 2018).

É um tipo de horizonte geralmente muito adensado, com altos teores de argila dispersa em água, e é comum a formação de lençol d'água suspenso causando o alagamento das áreas de ocorrência (EMBRAPA, 2018).

3.2 Atributos físicos

A análise da granulometria do solo confirma a textura de campo (Tabela 1).

Tabela 1. Granulometria e classe textural do solo da área.

Horizontes	Profundidade	Areia	Silte	Argila	Classe textural
	cm	g/kg			
A	0 - 10	800	40	160	Franco arenosa
BA	10 - 45	657	63	280	Franco argilo arenosa
Bt ₁	45 - 55	463	37	500	Argila
Bt ₂	55- 75	311	109	580	Argila
Cr	75 - 100 ⁺	401	79	520	Argila

A classe textural dos horizontes são franco arenosa no A, franco argilo arenosa no BA e argila nos horizontes Bt₁, Bt₂ e Cr.

A presença de gradiente textural de 2, 8, caracterizada com mudança textural abrupta por ter uma faixa de separação entre horizontes menor que 2,5cm. É um atributo que torna a percolação de água nos horizontes subsuperficiais Bt muito lenta, causando formação de lençol suspenso e alagamentos na área. Solos com drenagem imperfeita ou mal drenados causam uma série de efeitos negativos para o cultivo de *Cannabis* como acumulação de sais em camadas superficiais, com aumento da condutividade elétrica e consequentemente da pressão osmótica da solução do solo.

3.3 Atributos químicos

Os valores de pH foram 6,28 no horizonte A, de 4,7 no BA, de 4,86 no Bt₁ e de 5,63 no Bt₂ (Tabela 2). E a classe de reação do horizonte A é moderadamente ácido, no BA e Bt₁ fortemente ácido, e no Bt₂ moderadamente ácido (EMBRAPA, 2018). A faixa de pH do horizonte A se encontra na faixa de pH ideal para o cultivo de *Cannabis* e nos outros horizontes está abaixo do ideal, sendo recomendado aplicação de gesso (sulfato de cálcio) por sua mobilidade no solo, quando o solo dispor de uma drenagem mínima.

O solo tem baixos teores de alumínio trocável e caráter distrófico na maioria dos horizontes Bt (inclusive o BA) e eutrófico no horizonte A e Bt₂.

Tabela 2. Atributos químicos do solo

Horizontes	Prof.	pH	P	K	Na	Ca	Mg	SB	Al	H+Al	CTC	V	MOS	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	cm	(H ₂ O)	mg/kg	(cmolc/dm ³)								%	g/dm ³	mg/dm ³					
A	0 - 10	6,28	11,09	0,41	0,14	9,69	2,11	12,35	0,01	1,8	14,15	87,28	10,26	10,44	0,84	0,37	301,11	6,05	1,85
BA	10 - 45	4,7	0,95	0,12	0,22	1,62	1,54	3,5	1,04	7,53	11,03	31,73	7,17	4,47	0,88	0,46	425,15	2,13	2,48
Bt ₁	45 - 55	4,86	0,39	0,16	1,19	1,24	2,8	5,39	1,17	6,54	11,93	45,17	5,2	6,65	0,92	0,31	390,57	4,49	0,68
Bt ₂	55 - 75	5,63	2,94	0,13	2,66	1,27	6,75	10,81	0,26	4,34	11,07	71,35	4,71	3,33	0,99	0,46	284,8	0,45	0,37

Prof.: Profundidade em cm; SB: Soma de bases; CTC: Capacidade de troca de cátions; V: Saturação por bases; MOS: Matéria orgânica do solo.

Os teores de macronutrientes primários são moderado para P e baixo para K no horizonte A, muito baixo para P e K nos horizontes BA, Bt₁ e Bt₂ (HAZELTON & MURPHY, 2017).

Os macronutrientes secundários são moderado para Ca, Mg e S no horizonte A, o Ca nos horizontes BA, Bt₁ e Bt₂ é muito baixo. O Mg nos horizontes BA e Bt₁ é moderado e no Bt₂ é alto. Já o S moderado no Bt₁ e é baixo no BA e Bt₂.

Os teores de micronutrientes são muito altos para o Fe e muito baixo para Cu em todos os horizontes. O B é moderado no A e BA, e moderadamente alto Bt₁ e Bt₂. Enquanto, que os teores de Mn é moderadamente baixo no A, muito baixo no BA e Bt₂ e baixo no Bt₁ e os teores de Zn são moderados nos horizontes A e BA, baixo no Bt₁ e muito baixo no Bt₂ de acordo com Hazelton & Murphy, (2017).

Em relação ao Na os teores são baixos nos horizontes A e BA, alto no Bt₁ e muito alto no Bt₂. A porcentagem de saturação por sódio (PST) no horizonte Bt₁ é de 9,9 e de 24 % no Bt₂ o que caracteriza este horizonte com caráter nátrico. Isso ressalta a relevância do íon sódio na CTC a qual compete com outros íons de maior importância para o desenvolvimento da *Cannabis sp.* como potássio, cálcio e magnésio.

Os teores de matéria orgânica do solo (MOS) são baixos nos horizontes A e BA, e muito baixo nos horizontes Bt₁ e Bt₂.

Em relação aos teores dos cátions da pasta saturada o Mg é o predominante, a condutividade elétrica é baixa o que caracteriza o solo como não salino. E a razão de adsorção de sódio (RAS) é baixa em todos os horizontes com exceção do Bt₂ que é média.

Tabela 3. Pasta saturada (solução do solo)

Ref. Campo	Prof.	pH	P	S	K	Na	Ca	Mg	Al	Si	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Cl	Mo	Ni	CE	RAS
	cm		mg/l																dS/m	
A	0 - 10	6,28	N.D.	21,17	32,70	41,46	94,29	20,41	1,46	2,68	0,090	0,043	0,692	0,031	0,037	83,86	0,028	0,009	0,67	1,01
BA	10 - 45	6,84	N.D.	3,47	1,92	36,72	14,66	9,01	2,27	6,52	0,142	0,007	0,999	0,091	0,305	49,70	0,007	0,013	0,33	1,85
Bt ₁	45 - 55	6,94	N.D.	6,15	2,06	62,35	3,35	1,95	8,28	9,27	0,261	0,006	4,108	0,001	0,129	86,52	N.D.	0,002	0,32	6,68
Bt ₂	55 - 75	7,16	0,013	11,96	1,41	117,22	3,28	2,62	0,47	4,84	0,422	0,006	0,251	0,020	0,059	112,31	0,002	N.D.	0,52	11,67

Prof.: Profundidade em cm; N.D.: Não detectável; C.E.: Condutividade Elétrica; RAS: Razão de adsorção de sódio.

3.4 Classificação do solo

O solo da área foi classificado como PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018). E como Solonetz no World Reference Base for Soil Resources - WRB da FAO (WRB/FAO, 2015).

3.5 Parâmetros físico-químicos da água do poço e do tanque e classificação

A partir dos resultados da análise dos parâmetros físico-químicos da água usada na irrigação é possível constatar que a água proveniente do poço apresenta C.E. de 16,05 dS/m e RAS de 32, 72, com risco muito alto de salinização e de sodificação do solo (Tabela 4), além de altos teores de cloreto.

Tabela 4. Parâmetros físico-químicos da água do poço e do tanque e classificação

Amostra	pH	C.E.	SO ₄ ²⁻	Mg	Na	K	Ca	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	RAS	Classificação
		dS/m	mmolc/l									
Poço	6,5	16,05	6,11	55,02	187,69	1,24	10,78	0,00	12,60	214,50	32,72	C4S4
Tanque	7,2	0,70	0,93	1,77	4,19	0,26	2,78	0,00	8,60	4,50	2,78	C2S1

C.E.: Condutividade Elétrica a 25 °C; RAS: Razão de Adsorção de sódio.

A C.E. da água do tanque é de 0,7 dS/m classificada com médio risco de salinização e RAS de 2,78 com baixo risco de sodificação.

A partir da interpretação dos teores de cátions e ânions do extrato da pasta saturada verifica-se o uso da água do poço para irrigação pode causar a salinização/sodificação do solo, seguindo uma via de evolução salina alcalina sódica. Onde os valores da alcalinidade ($\text{Alcalinidade} = [\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-} + \text{OH}^- - \text{H}^+]$) são > os de Ca²⁺ e os teores de Na > SO₄²⁻.

4. CONCLUSÕES

O solo da área apresenta características naturais da classe dos Planossolos que causam a percolação muito lenta da água, com formação de lençol suspenso, com presença de horizonte Bt e mudança textural abrupta.

Solos com tais características tem probabilidades aumentadas quanto ao risco de salinização e sodificação mesmo com uso de água de melhor qualidade.

É necessário um plano de manejo da irrigação e da adubação, assim como, com práticas mecânicas de manejo de solo e de drenagem para melhorar as características agricultáveis para o cultivo da Cannabis.

Mais estudos sobre solos para o cultivo de Cannabis são necessários, tendo em vista a carência de estudos para a cultura, em virtude de sua relevância para econômica no país.

REFERÊNCIAS

- ABRAMS, D.I., HILTON, J.F., LEISER, R.J., SHADE, S.B., ELBEIK, T.A., AWEEKKA, F.T., SCHAMBELAN, M. Efeitos de curto prazo dos canabinoides em pacientes com infecção por HIV-1: um ensaio clínico randomizado e controlado por placebo. **Annals of internal medicine**, 139 (4), 258-266. 2003.
- ABRANTES, E. M. de O. C. Uso de condicionadores orgânicos na recuperação de solos salinizados, **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 12 n. 4, 2018.
- ADESINA I, BHOWMIK A, SHARMA H, SHAHBAZI A. A Review on the Current State of Knowledge of Growing Conditions, Agronomic Soil Health Practices and Utilities of Hemp in the United States. **Agriculture**. 2020; 10(4):129.
<https://doi.org/10.3390/agriculture10040129>
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Brazil, v. 22, n. 1, p. 711-728, jun. 2013.
- ALVES, J. J. A.; DO NASCIMENTO, S. S.; DE SOUZA, E. N. Núcleos de desertificação no estado da Paraíba. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 17, 2009.
- APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th ed., Washington, D.C: American Public Health Association/ **American Water Works Association/ Water Environment Federation**, 1998
- APPENDINO, G., GIBBONS, S., GIANA, A., PAGANI, A., GRASSI, G., STAVRI, M., RAHMAN, M. M. Antibacterial cannabinoids from Cannabis sativa: a structure-activity study. **Journal of natural products**, 71(8), 1427-1430. 2008.
- APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society** 181: 1–20, 2016.

ARCVIEW MARKET RESEARCH. The state of legal marijuana markets. **5th ed.**
ArcView Market Research, San Francisco, CA. 2017.

ARAUJO FILHO, J. C. de; BURGOS, N.; LOPES, O. F.; SILVA, F. H. B. B. da;
 MEDEIROS, L. A. R.; MELO FILHO, H. F. R. de; PARAHYBA, R. da B. V.;
 CAVALCANTI, A. C.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; SILVA, F. B. R. e; LEITE, A. P.;
 SANTOS, J. C. P. dos; SOUSA NETO, N. C. de; SILVA, A. B. da; LUZ, L. R. Q. P.
 da; LIMA, P. C. de; REIS, R. M. G.; BARROS, A. H. C. Levantamento de
 reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Pernambuco.
Embrapa Solos. Boletim de pesquisa, 11. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000.
 378 p. il. color.

BARBIERO, L.; REZENDE FILHO, A.; FURQUIM, S.A.C; FURIAN, S.; SAKAMOTO,
 A.; VALLES, V.; GRAHAM, R.; FORT, M.; DIAS FERREIRA, R.P.; QUEIROZ NETO,
 J.P Soil morphological control on saline and freshwater lake hydrogeochemistry in
 the Pantanal of Nhecolândia, Brazil. **Geoderma**. 148:1 - 16. 2008.

BARRETT, M. L.; GORDON, D.; EVANS, F. J. Isolation from Cannabis sativa L. of
 cannflavin—a novel inhibitor of prostaglandin production. **Biochemical**
pharmacology, v. 34, n. 11, p. 2019-2024, 1985.

BEN-SHABAT, S., FRIDE, E., SHESKIN, T., TAMIRI, T., RHEE, M. H., VOGEL, Z.,
 MECHOULAM, R. An entourage effect: inactive endogenous fatty acid glycerol
 esters enhance 2-arachidonoyl-glycerol cannabinoid activity. **European journal of**
pharmacology, 353(1), 23-31. 1998.

BENET, S. Early diffusion and folk uses of hemp. In: **Cannabis and culture. De**
Gruyter Mouton, 2011. p. 39-50.

BENNETT, C. Cannabis and the Soma Solution. **TrineDay LLC**, Walterville, Oregon.
 2010.

BOULOC, Pierre (Ed.). Hemp: industrial production and uses. **CABI**, 2013.

BRANDÃO, M. D. O “problema público” da maconha no Brasil: Anotações sobre quatro ciclos de atores, interesses e controvérsias. **DILEMAS: Revista de Estudos de Conflito e Controle Social**, v. 7, n. 4, p. 703–740, 2013.

BUOL, S. W., SOUTHARD, R. J., GRAHAM, R. C., & MCDANIEL, P. A. (2011). **Soil genesis and classification**. John Wiley & Sons.

CARLINI, E. A.; CUNHA, J. M. Hypnotic and antiepileptic effects of cannabidiol. **The Journal of Clinical Pharmacology**, v. 21, n. S1, p. 417S-427S, 1981.

CARNEIRO, L. No mercado de maconha, negócios que dão a maior onda. **Jornal O Globo**. 16/07/2017

CHOPRA I.C. AND CHOPRA R.N. The use of Cannabis drugs in India. **Bull. Narc.** 9: 4–29, 1957.

COCKSON, P., LANDIS, H., SMITH, T., HICKS, K., WHIPKER, B. E.,
Characterization of nutrients disorders of Cannabis sativa. **Applied Sciences**, v. 9, n. 20, p. 4432, 2019.

CUNHA, L. E. I; SOUZA, J. A.. Monitoramento sobre as terras indígenas em pernambuco: Diagnóstico sobre o direito de propriedade indígena. Cadernos do CEAS: **Revista crítica de humanidades**, [S.l.], n. 243, p. 141-161, jul. 2018. ISSN 2447-861X. Link de acesso:
<<https://cadernosdoceas.ucsal.br/index.php/cadernosdoceas/article/view/417/363>>.

DE CANDOLLE, A. Origin of cultivated plants. **D. Appleton & Co.**, New York. 1885.

DONAGEMMA, G. K., DE CAMPOS, D. B., CALDERANO, S. B., TEIXEIRA, W. G., & VIANA, J. H. Manual de métodos de análise de solo. **Embrapa Solos-Documentos (INFOTECA-E)**. 2011.

DOS SANTOS, H. G., JACOMINE, P. K. T., Dos Anjos, L. H. C., De Oliveira, V. A., LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., & CUNHA, T. J. F. (2018). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

EMBRAPA – SNLCS. Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro: **Serviço Nacional de levantamento e Conservação de Solos**, 1979. Não paginado.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). 2011. **Manual de métodos de análise de solo. 2.^a edição**. (revisada e atualizada). atual. Rio de Janeiro, 2011, . 225 p.

FANNING, D.S.; FANNING, M.C.B. (1989) Soil, morphology, genesis, and classification. **New York: John Wiley & Sons**, New York 1989, 395p..

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Guidelines for soil description**. 4th ed rev. Rome: FAO. 2006. Link de acesso: <http://www.fao.org/docrep/019/a0541e/a0541e.pdf>

FLEMING M.P. ; CLARKE R.C.. Physical evidence for the antiquity of Cannabis sativa L. J. **Int. Hemp Association**, 5: 80–93, 1998.

FRONTIER FINANCIALS GROUP. Medicinal Cannabis in Brazil. 2018 Overview. **New Frontier Data**. Frontier Financials Group. 2018.

FURQUIM, S.A.C.; GRAHAM, R.; BARBIÉRO, L.; QUEIROZ NETO, J.P.; VALLÈS, V. Mineralogy and genesis of smectites in an alkaline-saline environment of Pantanal wetland, Brazil. **Clays and Clay Minerals**. 56:580-596. 2008.

GAONI, YI.; MECHOULAM, R., Isolation, structure, and partial synthesis of an active constituent of hashish. **Journal of the American chemical society**, v. 86, n. 8, p. 1646-1647, 1964.

HAZELTON, P; MURPHY, B. Interpreting soil test results. What do all the numbers mean? 3th edition. **CSIRO Publishing**, Collingwood. 2017, 186 p.

IUSS WORKING GROUP WRB. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 3rd edition. **World Soil Resources Reports** Nº. 106. FAO, Rome. 2015 update, 192p.

JOHNSON, R. Hemp as an agricultural commodity. **Library of Congress Washington DC** Congressional Research Service. 2014.

JÚNIOR, A. C. R. As drogas, os inimigos e a necropolítica. **Cadernos do CEAS: Revista crítica de humanidades**, (238), 595-610. 2016.

KÄMPF, N.; CURI, N.. Formação e evolução do solo (Pedogênese). In: KER, J.C.; CURI, N.; SCHAEFER, C.E.G.R.; VIDAL-TORRADO, P. (Org.). Pedologia: fundamentos. 1ª edição Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2012, v. 1, p. 207-302.

LEITE, E. M., CAVALCANTE, L. F., DINIZ, A. A., DOS SANTOS, R. V., DA SILVA ALVES, G., & CAVALCANTE, I. H. L.. Correção da sodicidade de dois solos irrigados em resposta à aplicação de gesso agrícola. **Irriga**, **12**(2), 168-176. 2007.

LUCENA, J. A. de. Dinâmica atmosférica e a precipitação pluvial no núcleo de desertificação de Cabrobó-PE. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. **Programa de Pós-graduação em Geografia**, Recife, 2017.

MARZO, V. D.; PETROCELLIS, L. De. Endocannabinoids as regulators of transient receptor potential (TRP) channels: a further opportunity to develop new endocannabinoid-based therapeutic drugs. **Current medicinal chemistry**, v. 17, n. 14, p. 1430-1449, 2010.

MATSUDA, L.A., LOLAIT, S.J., BROWNSTEIN, M.J., YOUNG, A.C., and BONNER, T.I. Structure of a cannab-inoid receptor and functional expression of the cloned cDNA. **Nature**, 346, 561–564. 1990.

MCPARTLAND, J.M., CLARKE, R.C., and WATSON, D.P. Hemp Diseases and Pests Management and Biological Control. **Oxford: CABI Publishing**, 2000.

MECHOULAM, R.I; BEN-SHABAT, S. From gan-zi-gun-nu to anandamide and 2-arachidonoylglycerol: the ongoing story of cannabis. **Natural product reports**, v. 16, n. 2, p. 131-143, 1999.

MUNRO, S.; THOMAS, K. L.; ABU-SHAAR, M.. Molecular characterization of a peripheral receptor for cannabinoids. **Nature**, v. 365, n. 6441, p. 61-65, 1993.

NOGUEIRA, A. R. de A.; SOUZA, G. B. Manual de Laboratório: Solo, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos. São Carlos: **Embrapa Pecuária Sudeste**, 2005. 313p.

PAIN, S. A potted history. **Nature**, v. 525, p. 10-11, 2015.

PARKER, L. A.; MECHOULAM, R.; SCHLIEVERT, C. Cannabidiol, a non-psychoactive component of cannabis and its synthetic dimethylheptyl homolog suppress nausea in an experimental model with rats. **Neuroreport**, v. 13, n. 5, p. 567-570, 2002.

PERTWEE, R. Handbook of Cannabis. **Oxford Scholarship Online**: January 2015. DOI:10.1093/acprof:oso/9780199662685.001.0001

PRADO, R. B., TAVARES, S. R. de L., BEZERRA, F. B., RIOS, L. da C., Escaleira, V. Manual técnico de coleta, acondicionamento, preservação e análises laboratoriais de amostras de água para fins agrícolas e ambientais - Rio de Janeiro : **Embrapa Solos**, 2004. 97 p. - (Embrapa Solos. Documentos; nº 65) ISSN 1517 - 2627

QUEIROZ, J. G.; ALVES, L. da S. F.; SILVA, J. B. Processos de degradação socioambiental: os impactos das atividades produtivas desenvolvidas no perímetro irrigado de São Gonçalo-Paraíba/Brasil. **Novos Cadernos NAEA**, v. 23, n. 3, 2021.

REN, M., TANG, Z., WU, X., SPENGLER, R., JIANG, H., YANG, Y., & BOIVIN, N. . The origins of cannabis smoking: Chemical residue evidence from the first millennium BCE in the Pamirs. **Science advances**, 5(6), eaaw1391. 2019.

REN, G., ZHANG, X., Li, Y., RIDOUT, K., SERRANO-SERRANO, M. L., YANG, Y., & FUMAGALLI, L. Large-scale whole-genome resequencing unravels the domestication history of *Cannabis sativa*. **Science advances**, 7(29), eabg2286. 2021.

RIBEIRO, R. M. . Manejo do solo e da água em perímetros irrigados da região Nordeste do Brasil. In: PRADO, B. R.; TURETTA, D. P. A.; ANDRADE, G. A. (Org.). **Manejo e Conservação do Solo e da Água no Contexto das Mudanças Ambientais**. 1ªed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010, v. , p. 171-180.

RICHARDS, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington DC: US Department of Agriculture, **USDA Agricultural Handbook**, 60, 1954, 160p.

ROCHA, S. B. F.. Potencial brasileiro para o cultivo de *Cannabis Sativa* l. para uso medicinal e industrial. **Grupo Brasileiro de Estudos sobre a Cannabis sativa L**. 2019.

ROSA, L. D. Terra e ilegalidade: agricultura de maconha em Alagoas e Pernambuco (1938-1981). Tese (doutorado) – **Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia**. Campinas, SP: [s.n.], 2019.

SANTOS, E.J.; FERREIRA, C.A.; SILVA JR., J.M.F. (Org.). Geologia e recursos minerais do Estado da Paraíba. Recife: **CPRM**, 2002, 142p.

SANTOS, R.D.; SANTOS, H.G.; KER J.C.; ANJOS, L.H.C.; SHIMIZU, S.H. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 7ª edição revista e ampliada. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa. 2015, 101p.

SHARMA, G. K. Significance of eco-chemical studies of Cannabis. **Science Culture** 45: 303–307. 1979.

SILVA, A. da N., LIMA, P. G. da C., TEIXEIRA, L. da S.. Impacto econômico da legalização da cannabis no Brasil. **BRASIL, Consultoria Legislativa - Câmara dos Deputados**, 2016.

SMALL, E., MARCUS, D.. Hemp: A New Crop with New Uses for North America. Trends in New Crops and New Uses, JANICK, Jules; WHIPKEY, Anna (eds.). Alexandria: **ASHS Press**, 2002.

SMALLI, E. Evolution and Classification of Cannabis sativa (Marijuana, Hemp) in Relation to Human Utilization. **Bot. Rev.** 81, 189–294 (2015).
<https://doi.org/10.1007/s12229-015-9157-3>

SOUZA, B. I.; SUERTEGARAY, D. M. A.; DE LIMA, E. R. Viana. Desertificação e seus efeitos na vegetação e solos do Cariri Paraibano (desertification and its effects over the vegetation and soils of the cariri region of Paraíba–Brazil). **Mercator**, v. 8, n. 16, p. 217 a 232-217 a 232, 2009.

SPOONER, D. M., HETTERSCHEID, W. L., VAN DEN BERG, R. G., & BRANDENBURG, W. A. Plant nomenclature and taxonomy: an horticultural and agronomic perspective. 2003.

STENBERG, Bo. Monitoring soil quality of arable land: microbiological indicators. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-plant **Soil Science**, v. 49, n. 1, p. 1-24, 1999.

TEOTIA, H. S.; DO NASCIMENTO RIBEIRO, G.; RAMOS, F. De A. P. Integração de sensoriamento remoto e sig (geoprocessamento) na identificação dos solos

principais e estratos de vegetação para planejamento regional no estado da paraíba. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, v. 30, p. 9128.

UNODC.(United Nations Office on Drugs and Crime). (1953). Quasi-medical use of opium. **Bulletin on Narcotics**, 3, 19–23. Link de acesso:
http://www.unodc.org/unodc/en/data-and-analysis/bulletin/bulletin_1953-01-01_3_page008.html

USDA-NRCS (U.S. Department of Agriculture-Natural Resources Conservation Service), Soil Survey Laboratory Methods Manual. **Soil Survey Investigations Report No. 42**, U.S. Department of Agriculture-Natural Resources Conservation Service National Soil Survey Center, Lincoln, Nebraska. 1996.

USSLS, USSL. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: United States Department of Agriculture, 1954.

VAN BREEMEN, Nico; BUURMAN, Peter. Soil formation. **Springer Science & Business Media**, 2002.

VIEHMEYER, F.J.; HENDRICKSON, A.H. Methods of measuring field capacity and permanent wilting percentage of soils. **Soil Science**, v.68, p.75-94, 1949.

WALTER, H. Cannabis. In:O. V. Kirchner, E. Loew, C. Schröter, & W. Wangerin (eds).Lebengeschichte der Blütenpflanzen **Mitteleuropas**, Vol. 2. Eugen Ulment, Stuttgart. (In German).1938. Pp 875–909.

World reference base for soil resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps **World Soil Resources Reports No. 106**, FAO, Rome. 015.

YOUNG, A. Tropical soils and soil survey. **Cam bridge**, Cam bridge University Press, 1976. 468p.