

ARMAZENAMENTO

Data de aceite: 02/01/2025

Flávio Alexandre Carvalho

André Gonzaga dos Santos

Caio Humberto Perego

DEFINIÇÃO E IMPORTÂNCIA

O armazenamento tem o objetivo de manter o material vegetal ou a droga vegetal conservada até ser utilizada e deve ser realizado pelo menor tempo possível respeitando os prazos de validade, evitando ou minimizando alterações na composição e nos teores dos metabólitos secundários. Em geral, para evitar a degradação dos metabólitos secundários é indispensável manter a droga vegetal em temperaturas inferiores à 20 °C, sem exposição à luz, ao oxigênio e mantendo a umidade relativa (UR) entre 40 – 60 % (Cunha, 2005). Quando as inflorescências de *Cannabis sativa* L. são expostas a luz, calor, oxigênio e umidade durante o período de armazenamento, ocorre a degradação dos canabinoides e dos componentes do

óleo essencial (OE), principalmente se o armazenamento for prolongado (Deidda et al., 2022; Cirrincione et al., 2021). Além disso, os flavonoides, mesmo em condições ideais de armazenamento, podem isomerizar e/ou degradar (Clarke, 1981).

No processo de degradação dos canabinoides, ocorre a conversão de um canabinoide em outro canabinoide, geralmente denominados como artefatos, que podem ser gerados durante o armazenamento, formando compostos que não estavam presentes nas plantas *in natura* (Pellati et al., 2018; Elsohly e Slade, 2005). Os níveis de artefatos podem ser utilizados para monitorar o processo de degradação (Flemming et al., 2007), determinar a idade aproximada e as condições de armazenamento (Cirrincione et al., 2021). Conforme Montone et al. (2020), os canabinoides dos tipos CBT (canabitol), CBE (canabielsoina) e CBL (canabiciol) são gerados através da oxidação ou presença de luz durante o armazenamento, secagem ou extração. Na

Figura 5.1 é possível observar a conversão dos canabinoides: Δ^9 -THC em Δ^8 -THC, CBN e CBT; Δ^9 -THCA em Δ^8 -THCA e CBNA; CBD em CBE; CBC em CBL; e CBCA em CBLA, durante as etapas de armazenamento, secagem e extração.

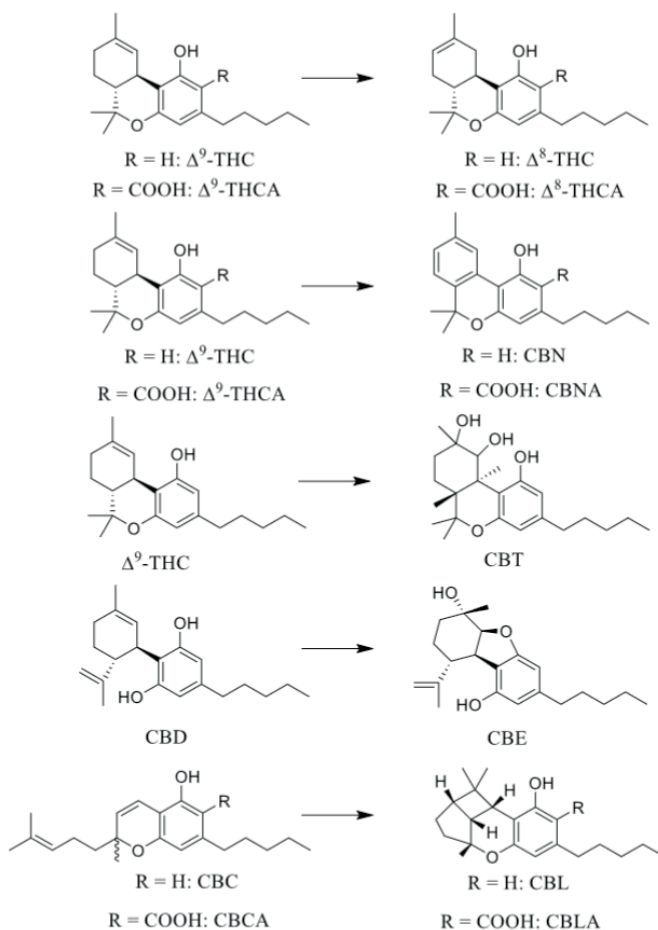


Figura 5.1. Canabinoides e seus respectivos artefatos. THC: tetrahydrocanabinol, THCA: ácido tetrahydrocanabinol, CBN: canabinol, CBNA: ácido canabinólico, CBT: canabitríol, CBD: canabidiol, CBE: canabielsoina, CBC: cannabicromeno, CBCA: ácido cannabicromênico, CBL: canabíciclo e CBLA: ácido cannabíciclico.

A composição química do OE presente nas inflorescências frescas, secas íntegras ou moídas de *C. sativa* apresenta alterações quantitativas e qualitativas devido a influência da temperatura e oxidação durante o armazenamento (Pavlovic et al., 2018). De acordo com os estudos de Ross e Elsohly (1996), o teor de OE diminuiu 55 % nas inflorescências secas e moídas de *C. sativa* após 3 meses de armazenamento à temperatura ambiente. O teor de monoterpenos no OE diminuiu por serem mais voláteis, paralelamente o teor dos sesquiterpenos aumentou devido serem menos influenciados pelas etapas

de secagem e armazenamento (Carvalho et al., 2022). Os componentes do OE, que geralmente apresentam alterações no teor, em decorrência do tempo de armazenamento são o β -mirceno, limoneno e linalol (monoterpenos) e os sesquiterpenos β -elemeno, (*E*)-cariofileno e óxido de cariofileno (Booth et al., 2017; Ross e Elsohly 1996).

ESTUDOS DE ESTABILIDADE DOS CANABINOIDES NAS INFLORESCÊNCIAS DE *C. sativa*

As condições recomendadas de acondicionamento das inflorescências secas e moídas de *C. sativa* são em embalagens primárias com baixa permeabilidade a umidade, como o polietileno, e em tambores de fibra selados, como as embalagens secundárias, na ausência de luz e oxigênio, com atividade de água mantida em $0,60 \pm 0,05$. O teor de umidade das inflorescências secas deve ser inferior a 10 %, sendo que o armazenamento em local seco evita desenvolvimento de microrganismos e de micotoxinas, como as aflatoxinas.

A temperatura de armazenamento por período curto (até 90 dias) é de 18 à 20 °C e UR até 40 %, enquanto no armazenamento por período longo (até 1 ano) à temperatura de armazenamento é de -20 °C (Kwasnica et al., 2020; Sarma et al., 2020; Harvey, 1990). O prazo de validade das inflorescências de *C. sativa* foi avaliado por Oduola et al. (2022) à 20 °C, 61 % UR e teor de umidade de 10,6 %, resultando no prazo de validade previsto de 60 dias. O armazenamento em temperatura acima de 27 °C ou à temperatura ambiente, assim como o recongelamento, são inadequados e devem ser evitados (Meija et al., 2022; Backes, 2014).

O armazenamento das inflorescências secas em sacos plásticos contendo gás nitrogênio, sendo embaladas à vácuo evita a oxidação dos componentes de *C. sativa* por ser um gás inerte e por reduzir o volume de oxigênio em cerca de 1,0 %. No entanto, além de não evitar o desenvolvimento de microrganismos, os componentes podem degradar se a temperatura de armazenamento aumentar (Backes, 2014), além de elevar os custos de armazenamento.

Através dos dados da literatura sobre condições de armazenamento das inflorescências de *C. sativa* (Tabela 5.1), é possível observar 3 faixas de temperaturas utilizadas: entre -18 à -24 °C (criopreservação), 4 °C e entre 18 à 25 °C, o que é semelhante a temperatura ambiente. Foi verificado que é mais comum armazenar as inflorescências de *C. sativa* secas e moídas do que frescas e íntegras, em temperaturas entre -18 à -24 °C e ausência de luz. A UR (49,3 %) foi indicada em apenas uma publicação e o período de armazenamento (2 – 7 dias) foi informado apenas em duas publicações.

Tabela 5.1. Condições de armazenamento das inflorescências de *C. sativa*.

Métodos ^a	Seca ou Fresca	Moagem	Temperatura (°C)	Referências
1	seca	moída	-24	Wang et al. (2016)
2	seca	moída	-22	Cardenia et al. (2018)
3	seca	N. I.	-20	Carvalho et al. (2023)
4	seca	N. I.	-20	Carvalho et al. (2022)
5	fresca	N. I.	-20	Brighenti et al. (2022)
6	fresca	N. I.	-20	Todd et al. (2022)
7	fresca	N. I.	-20	Chen et al. (2021)
8 ^b	fresca	N. I.	-20	Challa (2020)
9	seca	moída	-20	Brown et al. (2019)
10	seca	moída	-20	Romano e Hazekamp (2013)
11	fresca	moída	-20	Omar et al. (2013)
12 ^c	seca	N. I.	-20	Hazekamp et al. (2004)
13 ^b	fresca	N. I.	-18	Gunjevic et al. (2021)
14	seca	moída	Temp. ambiente	Ocmin et al. (2021)
15	fresca	moída	Temp. ambiente	Moreno et al. (2020)
16	seca	moída	Temp. ambiente	Marzorati et al. (2020)
17	seca	moída	Temp. ambiente	Popp et al. (2019)
18	seca	moída	Temp. ambiente	Pacifici et al. (2017)
19	fresca	N. I.	+ 4	Oduola et al. (2023)
20 ^d	seca	moída	+ 4	Oduola et al. (2022)
21	fresca	N. I.	+ 4	Olejar et al. (2021)
22	seca	moída	+ 4	Stack et al. (2021)
23	fresca	N. I.	+ 4	Corni et al. (2020)
24	seca	moída	+ 4	Izzo et al. (2020)
25	seca	moída	+ 4	Brighenti et al. (2017)
26	seca	moída	+ 18	Vági et al. (2020)
27 ^e	fresca	N. I.	+ 22,3	Warner et al. (2017)
28	seca	N. I.	+ 25	Chasiotis et al. (2022)
29	seca	N. I.	N. I.	Fiorini et al. (2020)

^aTodas as amostras foram armazenadas na ausência de luz. ^bArmazenadas por 2 d. ^cArmazenadas na ausência de ar. ^dArmazenadas 7d. ^eUmidade relativa de 49,3 %. N.I. Não informado.

Ao analisar o efeito da luz sobre o teor de THC (tetrahydrocannabinol) nas inflorescências secas de *C. sativa* armazenadas à 20 °C por 2 anos, foi observada uma redução de 25 % do teor de THC nas inflorescências armazenadas na ausência de luz e uma redução de 63 % nas inflorescências armazenadas na presença de luz. Quando foi comparado o efeito da temperatura de armazenagem na ausência de luz, foi observado

que o teor de THC diminuiu 25 % nas inflorescências armazenadas à 20 °C, enquanto nas inflorescências armazenadas à 5 °C a degradação reduziu o teor de THC em 9 %. Os resultados de Fairbairn et al. (1976) indicam que o armazenamento das inflorescências secas de *C. sativa* à 5 °C e na ausência de luz evita a degradação do THC de maneira mais eficaz do que o armazenamento à 20 °C na presença de luz. Entretanto, Meija et al. (2022) relatam que o armazenamento de inflorescências de *C. sativa* à 4 °C por longo período (3 meses à 1 ano) não evita a degradação de THC. As inflorescências armazenadas à -18°C mantiveram os teores de canabinoides estáveis por 7 meses, somente apresentando alterações significativas após 1 ano de armazenamento (Turner et al., 1973).

Conforme Turner et al. (1973), as altas temperaturas e a presença de luz contribuem mais que a presença de oxigênio para a degradação dos canabinoides nas inflorescências secas de *C. sativa*. Em inflorescências secas armazenadas à temperatura ambiente, na presença de luz (tempo não mencionado), foi observado que o teor de THC e THCA diminuíram para 1,4 e 1,8 %, respectivamente, convertendo-se em CBN e CBNA, que apresentaram teores de 17,3 – 44,5 % (CBN) e 7,2 – 10,9 % (CBNA), conforme Harvey (1990).

O teor de THC total (THC + THCA) foi analisado nas inflorescências frescas íntegras de *C. sativa* e após a secagem, moagem e armazenamento por 12 meses à 25 °C, na ausência de luz. Os teores de THC variaram entre 1,1 – 2,0 % nas inflorescências secas e após a secagem, moagem e armazenamento por 12 meses à 25 °C os teores de THC aumentaram para 2,6 – 5,5 %, em relação ao teor inicial nas inflorescências frescas. Dessa maneira, os autores concluíram que o armazenamento por 12 meses à 25 °C, na ausência de luz levou a uma pequena alteração nos teores de THC total (Taschwer e Schmid, 2015), sendo semelhante aos resultados de Turner et al. (1973), que avaliaram as inflorescências de *C. sativa* à 22 °C.

Conforme os dados da literatura sobre a estabilidade do THC nas inflorescências secas, foi observado que o teor de THC apresentou redução de 3 – 5 % quando armazenado em temperatura ambiente, de 3 – 4 % armazenado à 22 °C e de 2 % armazenado à 20 °C (Lerner, 1969; Zamengo et al., 2019; Meija et al., 2022). Um estudo verificou que o THC presente nas inflorescências secas de *C. sativa* foi convertido em CBN e hexahidroxicanabinol, sendo que a conversão foi de 3,8, 5,4 e 6,9 % quando as inflorescências secas foram armazenadas à -18, 4 e 22 °C, respectivamente (Turner et al., 1973).

As análises de Trofin et al. (2011) sobre as inflorescências secas armazenadas por 4 anos à 4 °C, na ausência de luz e à 22 °C na presença de luz indicaram uma maior redução no teor de THC e aumento no teor de CBN no primeiro ano de armazenamento, reduzindo cerca de 50 % do teor de THC, verificando que este efeito foi maior nas inflorescências armazenadas à 22 °C, na presença de luz. Nos demais anos, a redução de THC foi em torno de 20 % por ano.

Ao estudar durante 4 anos a estabilidade do THC nas inflorescências secas, Zamengo et al. (2019) avaliaram 4 condições de armazenamento: 22,2 °C (presença e ausência de luz), 4,0 °C e -20,0 °C (ambos na ausência de luz). Os autores observaram que à 22,2 °C a degradação do THC (e conversão em CBN) foi significativa, enquanto que à 4 °C a degradação foi menor e a -20,0 °C não foram verificadas alterações significativas na degradação do THC. Os resultados indicaram que a condição de armazenamento que mais preservou THC tanto por curto-período (até 90 dias), quanto por longo-período (até 4 anos) foi à -20,0 °C, na ausência de luz.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Em relação aos fatores analisados que interferem no teor de canabinoides, OE e flavonoides presentes nas inflorescências de *C. sativa* durante o período de armazenamento, foi constatado que a temperatura é o fator que mais influenciou na composição destes metabólitos secundários, sendo que os demais fatores são a luz, seguida pela presença de oxigênio e, por fim, o período de armazenamento. Portanto, as condições mais ideais são, armazenar as inflorescências secas e moídas, com teor de umidade inferior à 11 %, à -20°C, na ausência de luz, descarboxiladas ou não-decarboxiladas, em embalagens primárias à vácuo para evitar o contato com oxigênio e por curto-período de tempo (90 dias).

Um fator que influencia no teor dos metabólitos secundários durante o armazenamento é a UR do ar, no entanto, ainda são necessários estudos para determinar a faixa ideal de UR, assim como em relação a atividade da água durante os períodos de armazenamento: curto-período (90 dias) e longo-período (1 ano).

Os dados referentes a estabilidade do THC durante o armazenamento, tanto à 4 °C quanto acima de 18 °C, indicaram que os teores de THC diminuem, convertendo-se em CBN, assim como o THCA converte-se em CBNA. Portanto, os canabinoides do tipo-THC tendem a degradar em temperaturas superiores à 4 °C, sendo recomendado o armazenamento das inflorescências de *C. sativa* à -20 °C. Em relação aos demais canabinoides, principalmente os do tipo-CBD, mesmo sendo um canabinoide não psicoativo e com várias ações farmacológicas e usos terapêuticos, há uma carência de dados científicos em relação a degradação do CBD presente nas inflorescências de *C. sativa* durante o armazenamento.

Conforme os dados da literatura científica sobre a estabilidade do OE e flavonoides presentes nas inflorescências de *C. sativa*, os poucos estudos reportaram que à temperatura ambiente os flavonoides degradam, além de que os teores de OE e dos monoterpenos diminuem, enquanto o teor de sesquiterpenos no OE aumentam, possivelmente devido serem menos influenciados pelas etapas de secagem e armazenamento. Dessa maneira, entende-se que são necessários estudos científicos sobre a estabilidade dos flavonoides e dos componentes do OE, assim como dos canabinoides, para determinar as melhores condições de armazenamento das inflorescências de *C. sativa* que evitem a degradação destes componentes.

REFERÊNCIAS

- ANASTAS, P.; EGHBALI, N. Green Chemistry: Principles and Practice. **Chemical Society Reviews**, 39, 1, 301-312, 2010.
- BACKES, M. **Cannabis Pharmacy: the practical guide to medical marijuana**. Hachette UK, 2014.
- BOOTH, J. K.; PAGE, J. E.; BOHLMANN, J. Terpene synthases from *Cannabis sativa*. **Plos One**, 12, 3, e017391, 2017.
- BRIGHENTI, V.; PELLATI, F.; STEINBACH, M.; MARAN, D.; BENVENUTI, S. Development of a new extraction technique and HPLC method for the analysis of non-psychoactive cannabinoids in fibre-type *Cannabis sativa* L. (hemp). **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, 143, 228-236, 2017.
- BROWN, A. K.; XIA, Z.; BULLOCH, P.; IDOWU, I.; FRANCISCO, O.; STETEFELD, J.; STOUT, J.; ZIMME, J.; MARVIN, C.; LETCHER, R. L.; TOMY, G. Validated quantitative cannabis profiling for Canadian regulatory compliance-cannabinoids, aflatoxins, and terpenes. **Analytica Chimica Acta**, 1088, 79-88, 2019.
- CARDENIA, V.; TOSCHI, T. G.; SCAPPINI, S.; RUBINO, R. C.; RODRIGUEZ-ESTRADA, M. T. Development and validation of a fast gas chromatography/mass spectrometry method for the determination of cannabinoids in *Cannabis sativa* L. **Journal of Food and Drug Analysis**, 26, 4, 1283-1292, 2018.
- CARVALHO, V. M.; CARMO, J. S.; SANTOS, L. M. G.; ALMEIDA, F. G.; ROCHA, E. D.; VIEIRA, A. C. M.; FERREIRA, J. A. B.; JACOB, S. C.; STRONGIN, R. M.; SILVA, A. J. R. Pharmaceutical Evaluation of Medical Cannabis Extracts Prepared by Artisanal and Laboratory Techniques. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 1-12, 2023.
- CARVALHO, V. M.; ALMEIDA, F. G.; VIEIRA, A. C. M.; ROCHA, E. D.; CABRAL, L. M.; STRONGIN, R. M. Chemical profiling of Cannabis varieties cultivated for medical purposes in southeastern Brazil. **Forensic Science International**, 335, 111309, 2022.
- CHALLA, S. K. **Drying Kinetics and the Effects of Drying Methods on Quality (CBD, Terpenes and Color) of Hemp (*Cannabis sativa* L.) Buds**. Dissertação de Mestrado, Dalhousie University Halifax, Nova Scotia, 2020.
- CHASIOTIS, V.; TSAKIRAKIS, A.; TERMENTZI, A.; MACHERA, K.; FILIOS, A. Drying and quality characteristics of *Cannabis sativa* L. inflorescences under constant and time-varying convective drying temperature schemes. **Thermal Science and Engineering Progress**, 28, 101076, 2022.
- CHEN, C.; WONGSO, I.; PUTNAM, D.; KHIR, R.; PAN, Z. Effect of hot air and infrared drying on the retention of cannabidiol and terpenes in industrial hemp (*Cannabis sativa* L.). **Industrial Crops and Products**, 172, 114051, 2021.
- CLARKE, R. C. **Marijuana botany: An advanced study: The propagation and breeding of distinctive cannabis**. Ronin publishing, 1981.
- CIRRINCIONE, M.; SALADINI, B.; BRIGHENTI, V.; SALAMONE, S.; MANDRIOLI, R.; POLLASTRO, F.; PELLATI, F.; PROTTI, M.; MERCOLINI, L. Discriminating different *Cannabis sativa* L. chemotypes using attenuated total reflectance-infrared (ATR-FTIR) spectroscopy: A proof of concept. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, 204, 114270, 2021.

- CORNI, G.; BRIGHENTI, V.; PELLATI, F.; MORLOCK, G. E. Effect-directed analysis of bioactive compounds in *Cannabis sativa* L. by high-performance thin-layer chromatography. **Journal of Chromatography A**, 1629, 461511, 2020.
- CUNHA, A. P. **Farmacognosia e Fitoquímica**. 4ª Edição. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2005.
- DEIDDA, R.; DISPAS, A.; BLEYE, C.; HUBERT, P.; ZIEMONS, E. Critical review on recent trends in cannabinoid determination on cannabis herbal samples: From chromatographic to vibrational spectroscopic techniques. **Analytica Chimica Acta**, 1209, 339184, 2022.
- ELSOHLY, M. A.; SLADE, D. Chemical constituents of marijuana: the complex mixture of natural cannabinoids. **Life Sciences**, 78, 5, 539-548, 2005.
- FAIRBAIRN, J. W.; LIEBMANN, J. A.; ROWAN, M. G. The stability of cannabis and its preparations on storage. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, 28, 1, 1-7, 1976.
- FIORINI, D.; SCORTICHINI, S.; BONACUCINA, G.; GRECO, N. G.; MAZZARA, E.; PETRELLI, R.; TORRESI, J.; MAGGI, F.; CESPI, M. Cannabidiol-enriched hemp essential oil obtained by an optimized microwave-assisted extraction using a central composite design. **Industrial Crops and Products**, 154, 112688, 2020.
- FLEMMING, T.; MUNTENDAM, R.; STEUP, C.; KAYSER, O. Chemistry and biological activity of tetrahydrocannabinol and its derivatives. **Bioactive Heterocycles IV**, 1-42, 2007.
- GUNJEVIC, V.; GRILLO, G.; CARNAROGLIO, D.; BINELLO, A.; BARGE, A.; CRAVOTTO, G. Selective recovery of terpenes, polyphenols and cannabinoids from *Cannabis sativa* L. inflorescences under microwaves. **Industrial Crops and Products**, 162, 113247, 2021.
- HARVEY, D. J. Stability of cannabinoids in dried samples of cannabis dating from around 1896-1905. **Journal of Ethnopharmacology**, 28, 1, 117-128, 1990.
- HAZEKAMP, A.; SIMONS, R.; LOOMAN, A. P.; SENGERS, M.; ZWEDEN, R. V.; VERPOORTE, R. Preparative isolation of cannabinoids from *Cannabis sativa* by centrifugal partition chromatography. **Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies**, 27, 15, 2421-2439, 2004.
- IZZO, L.; CASTALDO, L.; NARVÁEZ, A.; GRAZIANI, G.; GASPARI, A.; CARRASCO, Y. R.; RITIENI, A. Analysis of phenolic compounds in commercial *Cannabis sativa* L. inflorescences using UHPLC-Q-Orbitrap HRMS. **Molecules**, 25, 3, 631, 2020.
- KWASNICA, A.; PACHURA, N.; MASZTALERZ, K.; FIGIEL, A.; ZIMMER, A.; ROZANSKI, H. Volatile composition and sensory properties as quality attributes of fresh and dried hemp flowers (*Cannabis sativa* L.). **Foods**, 9, 8, 1118, 2020.
- LERNER, P. The precise determination of tetrahydrocannabinol in marihuana and hashish. **Bulletin on Narcotics**, 1, 1, 39-42, 1969.
- MARZORATI, S.; FRISCIONE, D.; PICCHI, E.; VEROTTA, L. Cannabidiol from inflorescences of *Cannabis sativa* L.: Green extraction and purification processes. **Industrial Crops and Products**, 155, 112816, 2020.
- MEIJA, J.; MCRAE, G.; MILES, C. O.; MELANSON, J. E. Thermal stability of cannabinoids in dried cannabis: a kinetic study. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, 1-8, 2022.

- MONTONE, C. M.; CERRATO, A.; BOTTA, B.; CANNAZZA, G.; CAPRIOTTI, A. L.; CAVALIERE, C.; CITTI, C.; GHIRGA, F.; PIOVESANA, S.; LAGAN, A. Improved identification of phytocannabinoids using a dedicated structure-based workflow. **Talanta**, 219, 121310, 2020.
- MORENO, T.; DYER, P.; TALLON, S. Cannabinoid decarboxylation: a comparative kinetic study. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, 59, 46, 20307-20315, 2020.
- OCMÍN, P. G. V.; MARTI, G.; BONHOMME, M.; MATHIS, F.; FOURNIER, S.; BERTANIC, S.; MACIUK, A. Cannabinoids vs. whole metabolome: Relevance of cannabinomics in analyzing Cannabis varieties. **Analytica Chimica Acta**, 1184, 339020, 2021.
- ODUOLA, A. A.; BRUCE, R. M.; SHAFIEKHANI, S.; ATUNGULU, G. G. Impacts of industrial microwave and infrared drying approaches on hemp (*Cannabis sativa* L.) quality and chemical components. **Food and Bioproducts Processing**, 137, 20-27, 2023.
- ODUOLA, A. A.; LUTHRA, K.; ATUNGULU, G. G. Determination of moisture sorption isotherms of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) flower and leaf composite powders. **Industrial Crops and Products**, 186, 115201, 2022.
- OLEJAR, K. J.; HATFIELD, J.; ARELLANO, C. J.; GURAU, A. T.; SEIFRIED, D.; HEUVEL, B. V.; KINNEY, C. A. Thermo-chemical conversion of cannabis biomass and extraction by pressurized liquid extraction for the isolation of cannabidiol. **Industrial Crops and Products**, 170, 113771, 2021.
- OMAR, J.; OLIVARES, M.; ALZAGA, M.; ETXEBARRIA, N. Optimisation and characterisation of marihuana extracts obtained by supercritical fluid extraction and focused ultrasound extraction and retention time locking GC-MS. **Journal of Separation Science**, 36, 8, 1397-1404, 2013.
- PACIFICI, R.; MARCHEI, E.; SALVATORE, F.; GUANDALINI, L.; BUSARDÒ, F. P.; PICHINI, S. Evaluation of cannabinoids concentration and stability in standardized preparations of cannabis tea and cannabis oil by ultra-high performance liquid chromatography tandem mass spectrometry. **Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)**, 55, 10, 1555-1563, 2017.
- PAVLOVIC, R.; NENNA, G.; CALVI, L.; PANSEI, S.; BORGONOVO, G.; GIUPPONI, L.; CANNAZZA, G.; GIORGI, A. Quality traits of "cannabidiol oils": cannabinoids content, terpene fingerprint and oxidation stability of European commercially available preparations. **Molecules**, 23, 5, 1230, 2018.
- PELLATI, F.; BORGONETTI, V.; BRIGHENTI, V.; BIAGI, M.; BENVENUTI, S.; CORSI, L. *Cannabis sativa* L. and nonpsychoactive cannabinoids: Their chemistry and role against oxidative stress, inflammation, and cancer. **BioMed Research International**, 1691428, 2018.
- POPP, J. R.; PETRAKIS, E. A.; ANGELIS, A.; HALABALAKI, M.; BONN, G. K.; STUPPNER, H.; SKALTSOUNIS, L. A. Rapid isolation of acidic cannabinoids from *Cannabis sativa* L. using pH-zone-refining centrifugal partition chromatography. **Journal of Chromatography A**, 1599, 196-202, 2019.
- ROMANO, L. L.; HAZEKAMP, A. *Cannabis* oil: chemical evaluation of an upcoming cannabis-based medicine. **Cannabinoids**, 1, 1, 1-11, 2013.
- ROSS, S. A.; ELSOHL, M. A. The volatile oil composition of fresh and air-dried buds of *Cannabis sativa*. **Journal of Natural Products**, 59, 1, 49-51, 1996.

SARMA, N. D.; WAYE, A.; ELISOHL, M. A.; BROWN, P. N.; ELZINGA, S.; JOHNSON, H. E.; MARLES, R. J.; MELANSON, J. E.; RUSSO, E.; DEYTON, L.; HUDALLA, C.; VRDOLJAK, G. A.; WURZER, J. H.; KHAN, I. A.; KIM, N.; GIANCASPRO, G. I. Cannabis inflorescence for medical purposes: USP considerations for quality attributes. **Journal of Natural Products**, 83, 4, 1334-1351, 2020.

STACK, G. M.; TOTH, J. A.; CARLSON, C. H.; CALA, A. R.; GONZÁLEZ, M. I. M.; WILK, R. L.; GENTNER, D. R.; CRAWFORD, J. L.; PHILIPPE, G.; ROSE, J. K. C.; VIANDS, D. R.; SMART, C. D.; SMART, L. B. Season-long characterization of high-cannabinoid hemp (*Cannabis sativa* L.) reveals variation in cannabinoid accumulation, flowering time, and disease resistance. **GCB Bioenergy**, 13, 4, 546-561, 2021.

TASCHWER, M.; SCHMID, M. G. Determination of the relative percentage distribution of THCA and Δ^9 -THC in herbal cannabis seized in Austria – Impact of different storage temperatures on stability. **Forensic Science International**, 254, 167-171, 2015.

TODD, J.; SONG, H.; ACKER, R. V. Does pollination alter the cannabinoid composition and yield of extracts from hemp (*Cannabis sativa* L. cv. Finola) flowers? **Industrial Crops and Products**, 183, 114989, 2022.

TROFIN, I. G.; VLAD, C. C.; DABIJA, G.; FILIPESCU, L. Influence of storage conditions on the chemical potency of herbal cannabis. **Revista de Chimie**, 62, 6, 639-645, 2011.

TURNER, C. E.; HADLEY, K. W.; FETTERMAN, P. S.; DOORENBOS, N. J.; QUIMBY, M. W.; WALLER, C. Constituents of *Cannabis sativa* L. IV: Stability of cannabinoids in stored plant material. **Journal of Pharmaceutical Sciences**, 62, 10, 1601-1605, 1973.

VÁGI, E.; BALÁZS, M.; KOMOCZI, A.; MIHALOVITS, M.; SZEKELY, E. Fractionation of phytocannabinoids from industrial hemp residues with high-pressure technologies. **The Journal of Supercritical Fluids**, 164, 104898, 2020.

WANG, M.; WANG, Y.; AVULA, B.; RADWAN, M. M.; WANAS, A. S.; ANTWERP, J. V.; PARCHER, J. F.; ELISOHL, M. A.; KHAN, I. A. Decarboxylation study of acidic cannabinoids: a novel approach using ultra-high-performance supercritical fluid chromatography/photodiode array-mass spectrometry. **Cannabis and Cannabinoid Research**, 1, 1, 262-271, 2016.

WARNER, M. L.; ALFORD, I.; LAWRENCE, D. M.; KOHL, A. C.; WILLIAMS, S. J.; YEATMAN, D. T. Comparative analysis of freshly harvested cannabis plant weight and dried cannabis plant weight. **Forensic Chemistry**, 3, 52-57, 2017.

ZAMENGO, L.; BETTIN, C.; BADOCCO, D.; DI MARCO, V.; MIOLO, G.; FRISON, G. The role of time and storage conditions on the composition of hashish and marijuana samples: A four-year study. **Forensic Science International**, 298, 131-137, 2019.