

Aceites oxidados con ozono: ¿oxidantes u oxigenantes?



Juan Fernández, biólogo y CEO de KeyBiological, miembro de la Sociedad Española de Ozonoterapia –SEOT

La hiperoxidación de aceites (ácidos grasos de cadena larga) es una técnica utilizada desde hace décadas en el mundo farmacéutico. Diversos productos finales para la prevención de escaras o cicatrización de la piel utilizan este tipo de materias primas en sus formulaciones con resultados muy positivos [1-8]. El mismo procedimiento se realiza también con ozono, en vez de utilizar oxígeno, obteniendo resultados positivos en cicatrización y además en desinfección [9-13].

¿QUÉ OCURRE CUÁNDO EL PROCESO DE HIPOXIDACIÓN SE REALIZA CON OZONO?

La diferencia entre el oxígeno (O_2) y el ozono (O_3) es un átomo de oxígeno negativo, el cual le confiere a este último propiedades desinfectantes de amplio espectro que el O_2 no posee [10,14,15]. Esto afecta a las propiedades físico-químicas de las dos moléculas. El ozono pesa más (por eso cae desde la atmósfera, limpiándola a su vez), es más oxidante (su índice de oxidación es de 2,07, frente al del

oxígeno que es 1,23) y también es más inestable, tiende a ceder el átomo de oxígeno negativo con facilidad, aunque esto nos lleva a lo más interesante de estas moléculas: su liposolubilidad (se refiere a la capacidad de disolución en lípidos). En este sentido, el ozono posee una capacidad mayor: es aproximadamente diez veces más soluble que el oxígeno [16]. En este sentido, el grado de reacción y el índice de peroxidación es mayor en los aceites oxidados con ozono, ya que el ozono reacciona con los dobles enlaces de los ácidos grasos presentes en los aceites vegetales, formando especialmente ozónidos (1,2,4-trioxolanos) y peróxidos como hidroperóxidos, H_2O_2 , peróxidos de polímeros y otros peróxidos orgánicos [17,18].

El efecto de oxidación ocurre en la producción de un aceite ozonizado. La pregunta es: ¿Qué ocurre cuando este aceite vegetal ozonizado-oxidado entra en contacto con otros lípidos y sustancias biológicamente activas? Hablamos de un efecto similar, pero por contacto directo, por transferencia entre materiales biológicos; es decir, el efec-

to "oxidante de superficie" no se da lugar. Los compuestos derivados de la ozonización están muy cargados de moléculas de oxígeno, que "oxigenan" a la célula, y radicales libres negativos de oxígeno, que reaccionan, desestabilizando el equilibrio de membrana de las células poco evolucionadas y de lípidos y proteínas estructurales en caso de virus y hongos. Lo mismo ocurre con su capacidad de difusión y penetración de tejidos: cuando el ozono entra en contacto con un tejido biológicamente activo, reacciona inmediatamente con numerosas biomoléculas que juntas forman verdaderos sistemas de amortiguación de antioxidantes [16].

Además, para darle validez a la tesis, los ensayos de toxicidad establecidos internacionalmente han sido evaluados positivamente (LD50 oral e intraperitoneal, irritación oftálmica y dérmica, sensibilización, fototoxicidad, mutagenicidad, teratogenicidad, etc.) [19,20]. Para que ocurra de esta manera es importante la calidad y proceso utilizado en la hiperoxidación de los aceites; para caracterizar los aceites ozonizados es fundamental conocer las propiedades fisicoquímicas. Se deben utilizar técnicas analíticas para determinar la calidad de aceites vegetales y productos ozonizados [18].

CONCLUSIONES

La carencia de toxicidad y sus efectos positivos en la cicatrización, regeneración, antisepsia y antioxidación de los epitelios parece indicar que el efecto es oxigenante y desestabilizador del equilibrio osmótico celular en células poco evolucionadas, así como en la ruptura y desestabilización de lípidos y proteínas estructu-

rales en virus y hongos, con lo que estamos hablando de un efecto oxigenante y de reacción directa de oxidación de lípidos de membrana, y lo que es más interesante, manteniendo la viabilidad y espectro saludable de la flora bacteriana de la zona a tratar [21].

Referencias bibliográficas

- [1] Torra i Bou JE, Segovia Gómez T, Verdú Soriano J, Nolasco Bonmatí A, Rueda López J, Arboix i Perejamo M. The effectiveness of a hyperoxygenated fatty acid compound in preventing pressure ulcers. *J Wound Care*. 2005 Mar;14(3):117-21. doi: 10.12968/jowc.2005.14.3.26752. PMID: 15779642.
- [2] Nadal MJ, García Rey J. Los ácidos grasos hiperoxigenados de última generación. Un producto a tener muy en cuenta en la prevención de úlceras por presión [Last generation hyperoxygenated fatty acids. A product to keep in mind in pressure ulcer prevention]. *Rev Enferm*. 2004 Jun;27(6):74-5. Spanish. PMID: 15315103.
- [3] Postigo Mota S, Muñoz Bermejo L, López Herranz M, Castilla Fernández V, Píriz Campos RM, López Corral JC. Ácidos grasos hiperoxigenados [Hyperoxygenated fatty acids]. *Rev Enferm*. 2011 Feb;34(2):54; quiz 55. Spanish. PMID: 21495390.
- [4] Segovia Gómez T, Bermejo Martínez M, Molina Silva R, Rueda López J, Torra i Bou JE. Cuidado de la piel y úlceras por presión. Los ácidos grasos hiperoxigenados en la prevención de UPP y el tratamiento de lesiones de estadio I [Skin care and pressure ulcer. Hyperoxygenated fatty acids in the prevention of pressure ulcers and treatment of stage I lesions]. *Rev Enferm*. 2001 Sep;24(9):18-22. Spanish. PMID: 12150123.
- [5] Verdú Soriano J, López Casanova P, Fuentes Pagés G, Torra i Bou JE. Prevención de UPP en talones. Impacto clínico y económico en una unidad de medicina interna [Prevention of pressure ulcers in heels]. *Rev Enferm*. 2004 Sep;27(9):60-4. Spanish. PMID: 15526580.
- [6] Pisoschi AM, Pop A. The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A review. *Eur J Med Chem*. 2015 Jun 5; 97:55-74. doi: 10.1016/j.ejmech.2015.04.040. Epub 2015 Apr 22. PMID: 25942353.
- [7] Torra i Bou JE, Rueda López J, Segovia Gómez T, Bermejo Martínez M. Aplicación tópica de un compuesto de ácidos grasos hiperoxigenados. Efectos preventivos y curativos en úlceras por presión [Topical administration of an hyperoxygenated fatty acid compound. Preventive and curative effects on pressure ulcer]. *Rev Enferm*. 2003 Jan;26(1):54-61. Spanish. PMID: 14502907.
- [8] Maicas VT, Rochina IJ. Emulsión de ácido linoleico sobre la piel perilesional de úlceras venosas. Acción y efecto cicatrizal. Estudio corpus [Linoleic acid emulsion on the peri-lesion skin of venal ulcers. Action and cicatrizing effect. Corpus study]. *Rev Enferm*. 2008 Apr;31(4):26-32. Spanish. PMID: 18564784.
- [9] Solovastu LG, Stîncanu A, De Ascentii A, Capparé G, Mattana P, Văta D. Randomized, controlled study of innovative spray formulation containing ozonated oil and α -bisabolol in the topical treatment of chronic venous leg ulcers. *Adv Skin Wound Care*. 2015 Sep;28(9):406-9. doi: 10.1097/01.ASW.0000470155.29821.ed. PMID: 26280699.
- [10] Valacchi G, Fortino V, Bocci V. The dual action of ozone on the skin. *Br J Dermatol*. 2005 Dec;153(6):1096-100. doi: 10.1111/j.1365-2133.2005.06939.x. PMID: 16307642.
- [11] Anzolin AP, da Silveira-Kaross NL, Bertol CD. Ozonated oil in wound healing: what has already been proven? *Med Gas Res*. 2020 Jan-Mar;10(1):54-59. doi: 10.4103/2045-9912.279985. PMID: 32189671.
- [12] Zamora Rodríguez ZB, González Alvarez R, Guanche D, Merino N, Hernández Rosales F, Menéndez Cepero S, Alonso González Y, Schulz S. Antioxidant mechanism is involved in the gastroprotective effects of ozonized sunflower oil in ethanol-induced ulcers in rats. *Mediators Inflamm*. 2007; 2007:65873. doi: 10.1155/2007/65873. Epub 2007 Jan 18. PMID: 17497036; PMCID: PMC1804299.
- [13] Zanardi I, Burgassi S, Paccagnini E, Gentile M, Bocci V, Travagli V. What is the best strategy for enhancing the effects of topically applied ozonated oils in cutaneous infections? *Biomed Res Int*. 2013; 2013:702949. doi: 10.1155/2013/702949. Epub 2013 Oct 27. PMID: 24282818; PMCID: PMC3825054.
- [14] Ugazio E, Tullio V, Binello A, Tagliapietra S, Dosio F. Ozonated Oils as Antimicrobial Systems in Topical Applications. Their Characterization, Current Applications, and Advances in Improved Delivery Techniques. *Molecules*. 2020 Jan 14;25(2):334. doi: 10.3390/molecules25020334. PMID: 31947580; PMCID: PMC7024311.
- [15] Silva V, Peirone C, Amaral JS, Capita R, Alonso-Calleja C, Marques-Magalhães JA, Martins A, Carvalho A, Maltez L, Pereira JE, Capelo JL, Igrejas G, Poeta P. High Efficacy of Ozonated Oils on the Removal of Biofilms Produced by Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) from Infected Diabetic Foot Ulcers. *Molecules*. 2020 Aug 7;25(16):3601. doi: 10.3390/molecules25163601. PMID: 32784722; PMCID: PMC7464232.
- [16] Tylicki L, Nieweglowski T, Biedunkiewicz B, et al. The influence of ozonated autohemotherapy on oxidative stress in hemodialyzed patients with atherosclerotic ischemia of lower limbs. *Int J Artif Organs* 2003; 26:297-303.
- [17] De Almeida NR, Beatriz A, Micheletti AC, de Arruda EJ. Ozonized vegetable oils and therapeutic properties: A review. *Electron J Chem*. 2012; 4:313-326.
- [18] Zanardi I, Travagli V, Gabbriellini A, Chiasserini L, Bocci V. Physico-chemical characterization of sesame oil derivatives. *Lipids*. 2008; 43:877-886.
- [19] Rodríguez MD, Menéndez S, Gómez M. Estudio teratogénico del aceite ozonizado. Primer Congreso Iberoamericano de Aplicaciones del Ozono, CNIC-CI-MEQ, 31 de octubre 3 de noviembre, 1990.
- [20] Gómez M, Contreras R, Menéndez S. Efecto de la sustitución del aceite de oliva por aceite de girasol sobre la actividad antimicrobiana de aceites ozonizados. I Conferencia Nacional de Aplicaciones del Ozono, CNIC, 9 y 10 de diciembre de 1988. *Revista CENIC Ciencias Químicas* 1999; 20(1):121.
- [21] Zeng J, Dou J, Gao L, Xiang Y, Huang J, Ding S, Chen J, Zeng Q, Luo Z, Tan W, Lu J. Topical ozone therapy restores microbiome diversity in atopic dermatitis. *Int Immunopharmacol*. 2020 Mar; 80:106191. doi: 10.1016/j.intimp.2020.106191. Epub 2020 Jan 24. PMID: 31986325.

» Para caracterizar los aceites ozonizados es fundamental conocer las propiedades fisicoquímicas