

Fe₃O₄-zko Nanopartikulak: Kantzerraren Aurkako Hipertermia Magnetikoa

Ander Barón¹, Daniela Iglesias-Rojas¹, Irati Rodrigo², Idoia Castellanos-Rubio², Maite Insausti¹

¹Kimika organiko eta ez-organiko saila, Zientzia eta Teknologia Fakultatea, UPV/EHU, Sarriena auzoa, s/n, 48940, Leioa, Espainia, ²Elektrizitate eta Elektronika saila, Zientzia eta Teknologia Fakultatea, UPV/EHU, Sarriena auzoa, s/n, 48940, Leioa, Espainia.

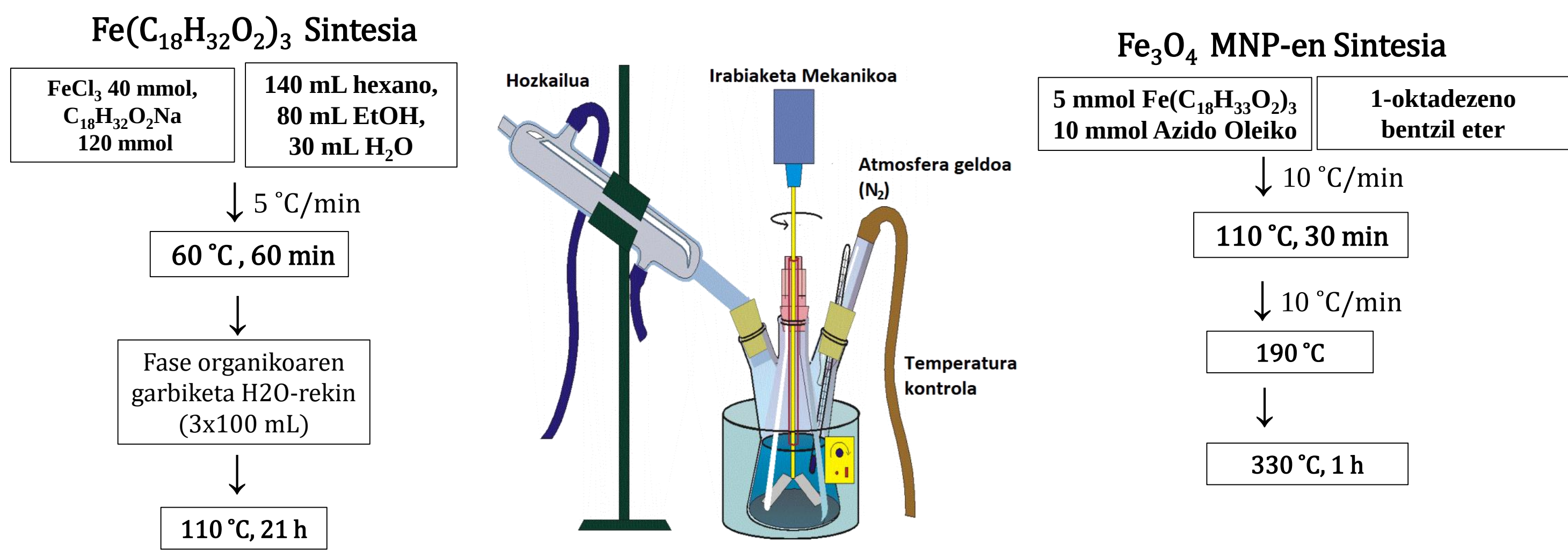
ander.baron@ehu.eus

Sarrera eta Motibazioa

Onkologian *hipertermia* terminoa tumoreak beroaren bidez akabatzen dituzten metodoak sailkatzeko erabiltzen da. Hauetan, beroaren bidez, 41-46°C tartean, zelula tumoralen apoptosia gertarazten da. Beraz, kantzerra sendatzeko izugarrizko abantaila suposatzen dute metodo berri hauek, egungo metodoen albo-efektu latzak saihesten baitira. Hipertermiarako behar den beroa sortzeko bide ugari daude. Hauetariko bat *hipertermia magnetikoa* da. Hipertermia magnetikoan beroa sortzen da nanopartikula magnetikoak (MNP) eta eremu magnetiko alferno (AC) bat erabiliz. Izan ere, frekuentzia nahikoa duen AC eremu baten barruan murgiltzen den edozein material magnetikok beroa sortzeko ahalmena du^[1]. Hipertermia magnetikoa burutu dezaketen materialetakoa bat burdina oxidozko nanopartikulak (IONP) dira, hauen artean magnetitazko (Fe₃O₄) nanopartikulak gailentzen direlarik^[2]. Lan honetan, Fe₃O₄-zko MNP-ak hipertermia magnetikoa bidezko kantzerraren terapia aurrera eramateko ikertu dira. Horretarako, hauen sintesia optimizatu eta bere funtzionalizazioa burutu da, poli(anhidrido-maleiko-alt-1-oktadezeno)-polietilenglikol (PMAO-PEG) kopolimeroa erabiliz. Nanopartikulen (NP) beroketa ahalmena AC magnetometria baliatuz aztertu da.

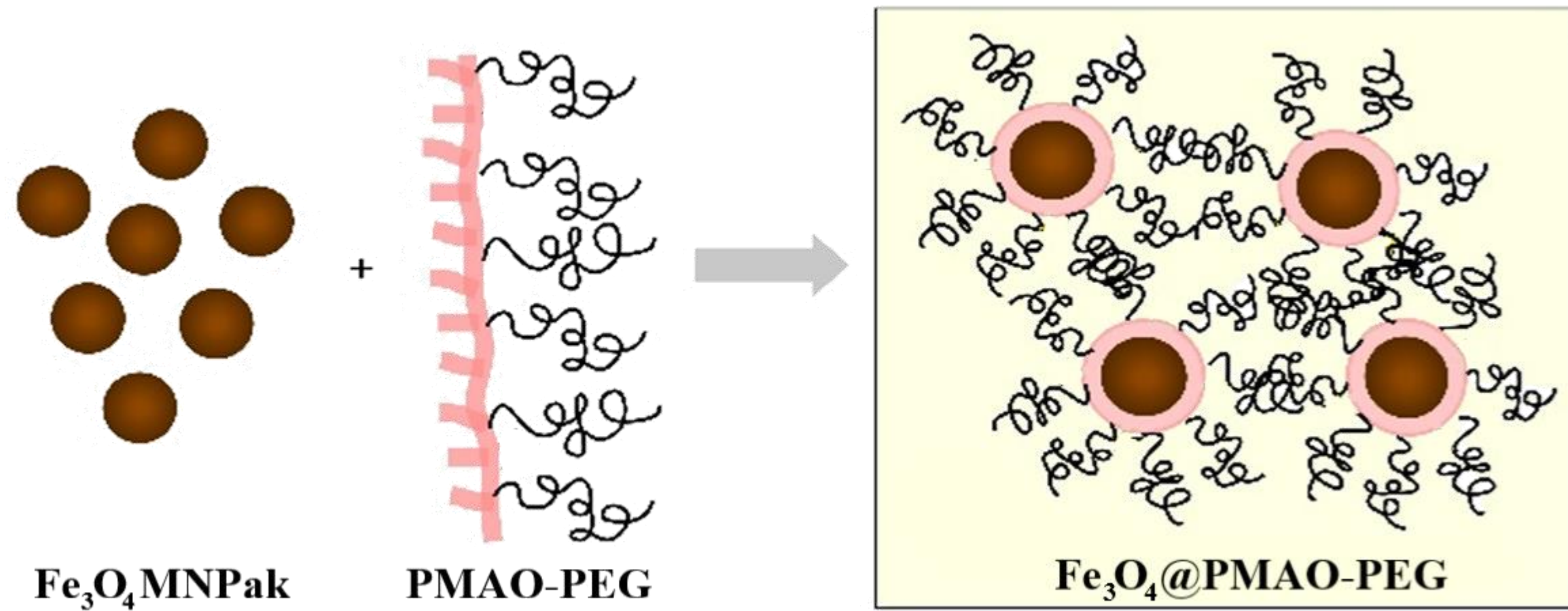
Sintesi Kimikoa

Fe₃O₄-zko MNP-ak aurrekari metal-organiko baten, burdina oleatoaren (Fe(C₁₈H₃₃O₂)₃), deskomposizio termikotik eskuratu dira, lehenik eta behin honen sintesia burutu delarik.



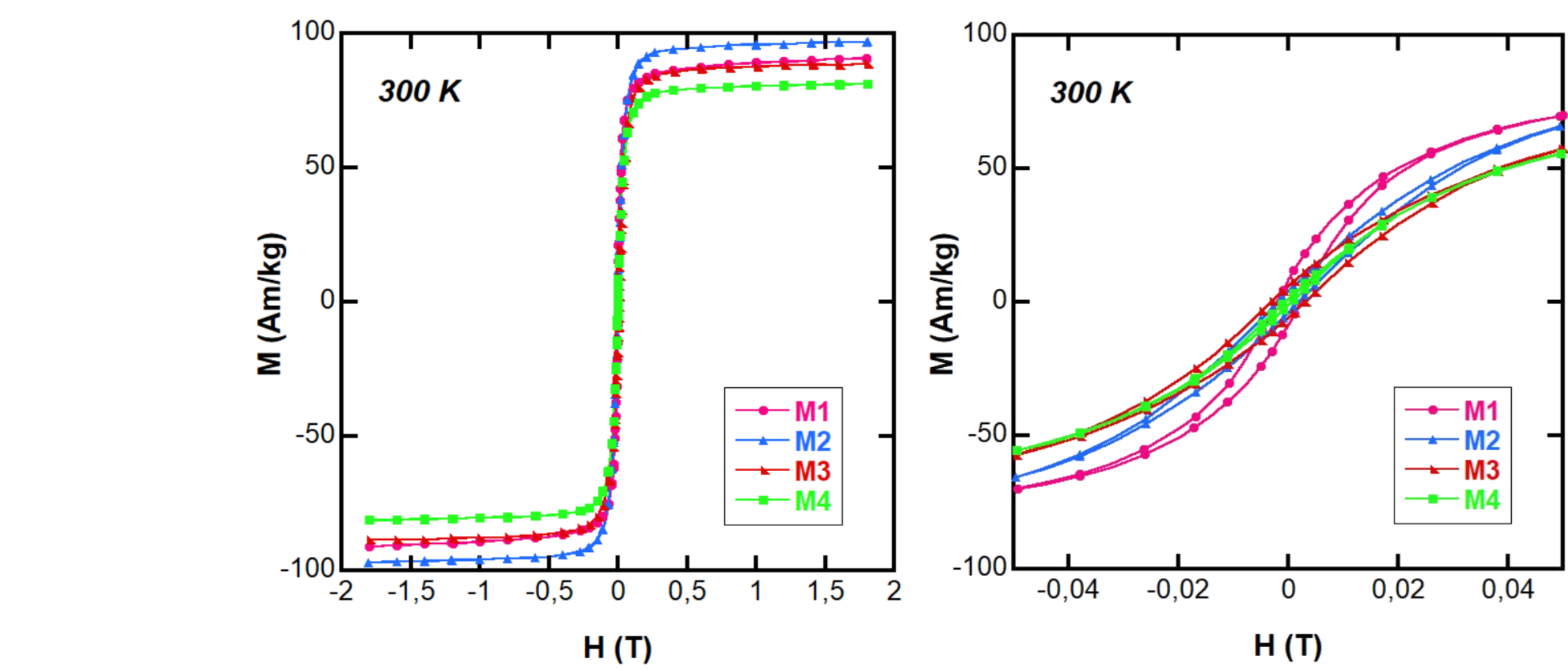
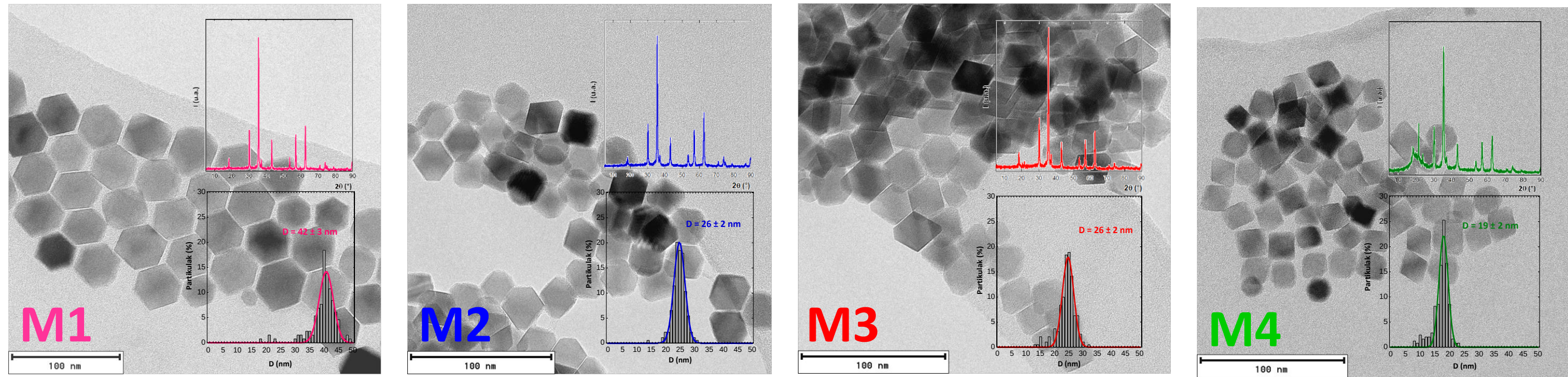
Funtzionalizazioa

MNP-en gainazalari PMAO-PEG polimeroa lotu da, ingurune fisiologikoan egonkortasuna eman eta organismoan laginen erdibizitza luzatzeko^[3].



Emaitzak

Lau sintesi burutu dira, bakoitzean disolbatzaile kantitate desberdina erabiliz. 18-41 nm-ko Fe₃O₄-zko NP monokristalinoak lortu dira. Imanazioari dagokionez, asetze magnetizazioa (Ms) magnetita masiboarena (92 emu/g^[4]) baino baxuagoa da, M3 laginean izan ezik. Laginak ferrimagnetikokoak dira, baina M4-a izan ezik, zeina bere tamainaren ondorioz superparamagnetismoa erakusten hasten duen.



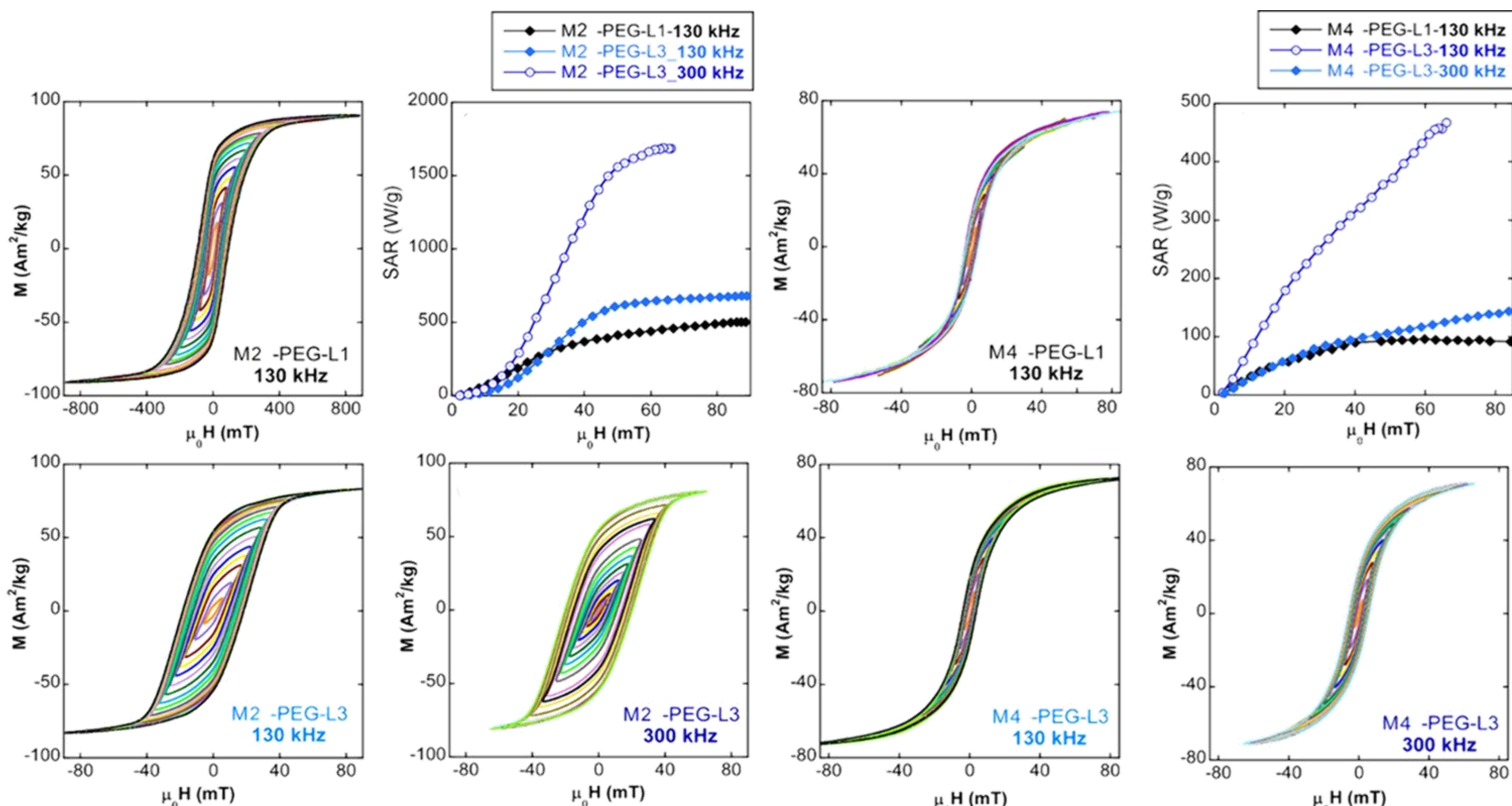
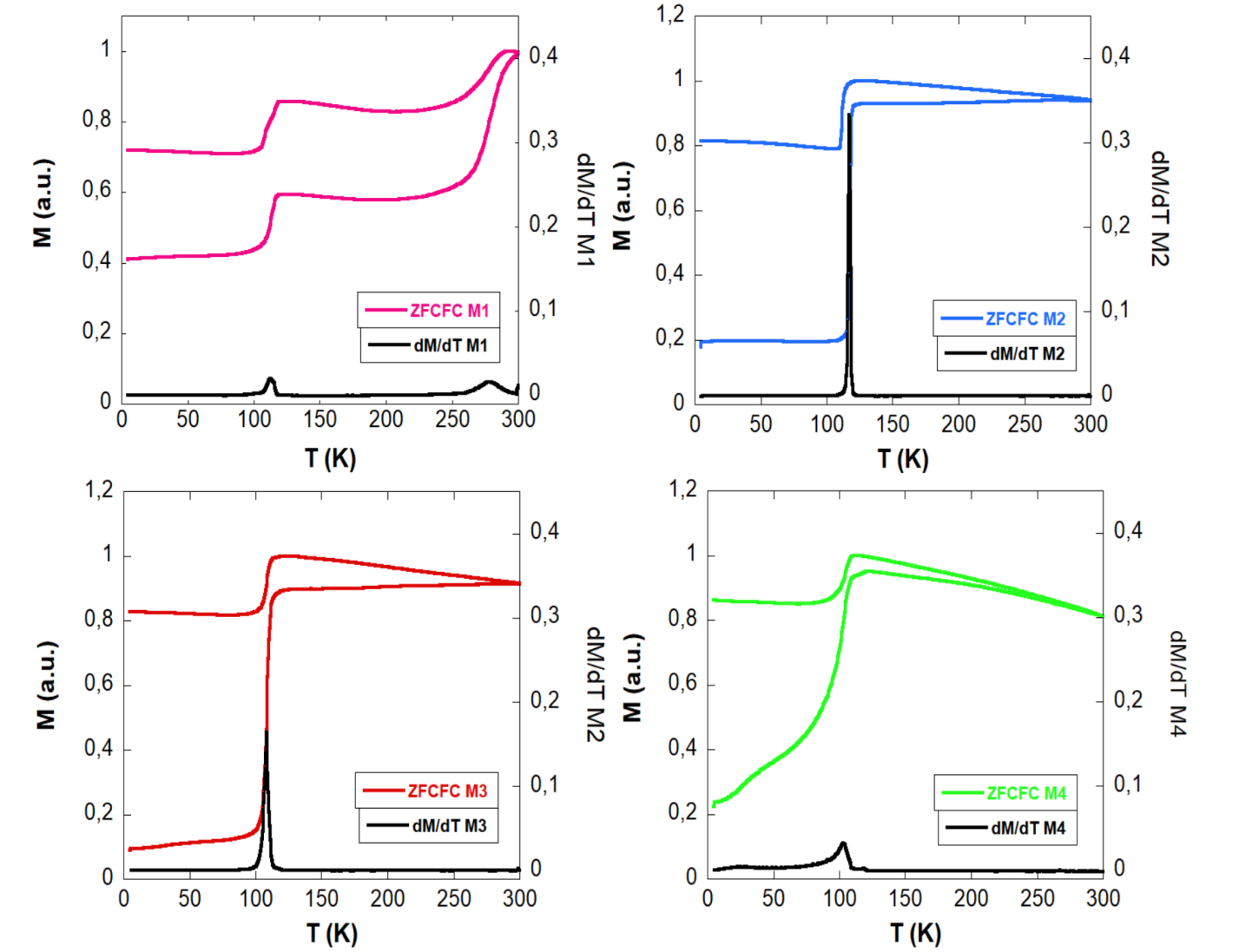
Lagina	Oktadezeno (mL)	Bentzil eter (mL)	T birfluxu (°C)	D _{XRD} (nm)	D _{TEM} (nm)	Ms (Am ² /kg _{Fe3O4})
M1	8	4	327	41 ± 2	41 ± 2	88 ± 2
M2	10	5	317	24 ± 2	25 ± 2	96 ± 1
M3	11	5.5	314	22 ± 2	24 ± 2	87 ± 2
M4	12	6	310	17 ± 1	18 ± 2	80 ± 4

Fe₃O₄ sintesi bakoitzean erabilitako oktadezeno eta bentzil eter bolumenka, nahasteak lortutako birfluxu tenperatura, XRD eta TEM bidez lortutako tamainak eta asetze-imanazioa.

M2 eta M4 laginak bereziki kristalinoak dira. Bi lagin hauen materia organiko (%M.O.) kopurua kalkulatu, zentrifugazioz garbitu dira 1 eta 3 aldiz. Ondoren, funtzionalizazioa burutu egin da (M2-PEG-L1, M2-PEG-L3, M4-PEG-L1 eta M4-PEG-L3 laginak), AC histeresi-zikloak aztertzearen. Lagin hauen diametro hidrodinamikoa (D_H) eta absortzio-indize espezifiko (SAR) kurbak beroketa ahalmenarekin bat datoz.

Lagina	%M.O. (% masa)	D _H (nm)
M2-PEG-L1	35	110 ± 20
M2-PEG-L3	12	74 ± 1
M4-PEG-L1	33	120 ± 19
M4-PEG-L3	8	73 ± 3

Laginen materia organiko kopurua eta diametro hidrodinamikoa.



Ondorioak

Fe(oleato)₃ aurrekari metal-organikoaren deskonposaketa termikoaren bidez, Fe₃O₄-ko NPak sintetizatu dira. PMAO-PEG kopolimeroa erabiliz bere funtzionalizazioa burutu da, ingurune fisiologikoan egonkorak diren MNPaK lortuz. Azkenik, frogatu egin da lortutako NP-polimero prestaketak hipertermia magnetikoa gauzatzeko gai direla. Sekulako emaitzak lortu dira, 1700 W/g-ko SAR-a, 300 kHz-eko AC eremuan, eta esan daiteke, lortutako sistemak kantzerraren aurkako terapietan erabiltzeko bidean daudela.

Eskerrak eta Aipamenak

Egindako neurketa magnetikoak Leioako Zientzia eta Teknologia Fakultateko (FCT-ZTF) analisi zerbitzu orokorrean (SGIker) burutu dira, Iñaki Orue-ren laguntzarekin.

Lan hau Eusko Jaurlaritza-ren eta Zientzia eta Berrikuntza Ministerioaren hurrenez hurreneko GU_IT1226-19, Elkartek 20/06 eta PID2019-106845RB-100 proiektuen pean finantzatu da.