

# Autenticació de cafès mitjançant mètodes de GC-MS i quimiometria. Aplicació a la detecció i quantificació de mostres de cafè adulterades *Coffee authentication using GC-MS and chemometric methods. Application to the detection and quantitation of adulterated coffee samples*

Nerea Núñez,<sup>1</sup> Erica Moret,<sup>2</sup> Paolo Lucci,<sup>2</sup> Javier Saurina<sup>1,3</sup> i Oscar Núñez<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Universitat de Barcelona. Facultat de Química. Departament d'Enginyeria Química i Química Analítica

<sup>2</sup> Universitat d'Udine. Departament de Ciències Agroalimentàries, Animals i Ambientals

<sup>3</sup> Universitat de Barcelona. Institut de Recerca en Nutrició i Seguretat Alimentària

**Resum:** En les últimes dècades, tenint en compte la complexitat de la cadena alimentària, l'adulteració dels aliments va en augment i dona lloc a casos de frau alimentari. És per això que la determinació de l'autenticitat dels aliments és una qüestió molt important en el control de qualitat i en la seguretat dels aliments, i emergeix d'aquesta manera com un assumpte de gran interès pels consumidors, la indústria alimentària, les autoritats reguladores i la comunitat científica en general. En aquest camp, les begudes són productes alimentaris fàcilment adulterables a través de pràctiques com la suplementació amb sabors i aromes o l'addició de substàncies no especificades per augmentar-ne el volum, entre altres pràctiques. En aquest context, l'estudi desenvolupat en aquest treball es basa en la detecció de frau en una de les begudes més populars del món: el cafè, un producte fàcilment manipulable. S'han realitzat estudis metabolòmics dels compostos volàtils en mostres de cafès (normals i adulterats) de diferents espècies (*arabica*, *robusta*, mescla *arabica-robusta*), mitjançant la cromatografia de gasos (amb columna polar) acoblada a l'espectrometria de masses (GC-MS) i en combinació amb els mètodes quimiomètrics d'anàlisi discriminant de mínims quadrats parcials (PLS-DA) i de regressió de mínims quadrats parcials (PLS), per fer-ne la classificació, caracterització i autenticació. Els compostos volàtils de les mostres s'han obtingut directament a partir del cafè sòlid fent ús d'una microextracció en fase sòlida d'espai de cap (HS-SPME). Les empremtes obtingudes (*fingerprinting*) han estat bons descriptors químics per a la classificació de les diferents mostres de cafè mitjançant el mètode quimiomètric de PLS-DA. A més, s'ha realitzat un estudi de cafè adulterat fent ús del PLS, basat en cafè *arabica* adulterat amb cafè *robusta*, que ha demostrat la bona capacitat de la metodologia proposada per a la detecció i quantificació de nivells d'adulterant fins al 15% amb errors de calibratge i predicció per sota de l'1% i el 6%, respectivament.

**Paraules clau:** empremta per GC-MS, anàlisi no dirigida, cafè, autenticació alimentària.

**Abstract:** Food adulteration has been increasing in recent decades as a result of the complexity of the food chain, leading to cases of food fraud. It is for this reason that the verification of the authenticity of food is very important in quality control and food safety in addition to being an issue of great interest to consumers, the food industry, regulatory authorities and the scientific community in general. In this field, beverages are food products which are easily adulterated by such methods as supplementation with flavors and aromas or the addition of unspecified substances to increase their volume, among other practices. The study presented in this paper was based on the detection of frauds in one of the world's most popular drinks, coffee, which is an easily manipulated product. Metabolomic studies of volatile compounds in coffee samples (normal and adulterated) of different species (*Arabica*, *Robusta*, *Arabica-Robusta* mixture) were performed using gas chromatography (with polar column) coupled to mass spectrometry (GC-MS) and in combination with the chemometric methods partial least squares-discriminant analysis (PLS-DA) and partial least squares (PLS) regression, for classification, characterization and authentication. The volatile compounds in the samples were obtained directly from the solid coffee using headspace-solid phase microextraction (HS-SPME). The fingerprints obtained were good chemical descriptors for the classification of different coffee samples using the PLS-DA chemometric method. In addition, a study of adulterated coffee was performed using PLS, based on *Arabica* coffee adulterated with *Robusta* coffee, which demonstrated the good ability of the proposed methodology for the detection and quantification of adulterant levels up to 15%, with calibration and prediction errors under 1% and 6%, respectively.

**Keywords:** GC-MS fingerprinting, non-targeted analysis, coffee, food authentication.

## Introducció

La qualitat dels productes naturals és un tema de gran interès per als fabricants d'aliments, els investigadors, els governs i la societat en general.

Els productes alimentaris són mesclades molt complexes constituïdes per una gran varietat de compostos naturals, a més de les substàncies procedents dels seus tractaments o inclús dels seus envasos, la qual cosa fa que la qualitat d'aquests productes sigui important tant en l'àmbit nutricional com en el de la seguretat alimentària.

El control de qualitat dels aliments té com a objectiu protegir el consumidor i garantir que tots els productes alimentaris durant la seva producció, emmagatzemament, processament i distribució siguin saludables i aptes per al consum humà, compleixin amb els requisits de seguretat i qualitat i s'etiquetin objectivament d'acord amb les disposicions de la legislació.

Tenint en compte la complexitat de la cadena alimentària i la participació de diversos factors tant en la producció com en el consum d'aliments, les pràctiques de manipulació i adulteració dels aliments estan augmentant i donen lloc a casos de frauds alimentaris realitzats per productors d'aliments, fabricants, distribuïdors o minoristes amb la finalitat d'aconseguir un guany econòmic de manera ràpida i senzilla.

En aquest sector, el frau es defineix com una forma d'engany conscient sobre la qualitat d'un producte alimentari amb ànim de lucre, i es defineix l'adulteració com la substitució parcial d'aliments de certa qualitat per altres de semblants però de menor qualitat i preu.

L'adulteració i la manipulació d'aliments per enganyar els consumidors finals és il·legal a tot el món i no només té conseqüències econòmiques, sinó que també comporta problemes de salut importants a la població, ja que només el manipulador de l'aliment sap com aquest ha estat modificat i és, per tant, l'únic amb la informació, però no necessàriament l'experiència, per avaluar si aquesta manipulació planteja algun risc toxicològic o higiènic per al comprador o el consumidor, sobretot quan s'agreguen substàncies prohibides al producte.

Per aquesta raó, garantir l'autenticitat dels aliments és un tema molt important en el control de la qualitat i en la seguretat alimentària, ja que es tracta d'un criteri de qualitat i seguretat per als mateixos aliments [1-4].

En aquest camp, les begudes són productes alimentaris que es poden adulterar molt fàcilment mitjançant pràctiques que inclouen l'etiquetatge incorrecte, la suplementació amb sabors o aromes, i l'addició de substàncies no especificades per augmentar-ne el volum, entre altres pràctiques. Les begudes amb taxes d'adulteració més elevades són: suc de fruites, cafè, te, vi i altres begudes alcohòliques [4]. L'estudi desenvolupat en aquest treball se centra en el camp de la detecció de frauds en una beguda molt popular i fàcilment adulterable: el cafè.

El cafè és una infusió de grans molts i torrats de la planta del cafè, amb un gust i una aroma característics. El cafè és una de les begudes més populars a tot el món i és consumida per milions de persones cada dia, fins al punt que ocupa la segona posició dels productes bàsics més comercialitzats. La planta del cafè es classifica com a *Coffea* i pertany a la família *Rubiaceae*, amb més de setanta varietats, tot i que la majoria del cafè consumit és produït per les espècies *Coffea arabica* (varietat *arabica*) i *Coffea canephora* (varietat *robusta*). La varietat *arabica* és la més apreciada pels consumidors i fins i tot considerada millor que la varietat *robusta* per les seves altes propietats sensorials. Per aquest motiu, el cafè *arabica* sol tenir un preu més elevat en el mercat internacional [5, 6].

El cafè és conegut com un estimulants, propietat associada principalment a alcaloides com la cafeïna, a la qual s'han atribuït durant anys els efectes beneficiosos del cafè. Actualment, se sap que aquest producte també conté un gran nombre de substàncies bioactives que contribueixen a fer encara més valuoses les seves propietats, dotant-lo d'una important activitat antioxidant, reconeguda pels seus efectes beneficiosos per a la salut. És per això que el cafè està classificat com a beguda funcional, ja que alguns estudis relacionen la seva ingesta amb la disminució del desenvolupament d'algunes malalties greus com ara la diabetis tipus II, la cirrosi hepàtica, el càncer i algunes malalties cardiovasculars. El cafè és ric en substàncies antioxidants com els àcids fenòlics i polifenols (hi són especialment abundants els àcids el·làgic, cafeic i clorogènic). El contingut d'aquestes substàncies i, en conseqüència, les característiques antioxidants del cafè poden variar en funció de factors com la varietat, l'origen, el

grau de torrefacció i les condicions climàtiques, entre altres [5-7].

Aquest treball se centra en la temàtica de la detecció de fraus. S'ha desenvolupat un mètode no dirigit de cromatografia de gasos amb detecció per espectrometria de masses (GC-MS, *gas chromatography coupled to mass spectrometry*) per tal d'aconseguir la caracterització, classificació i autenticació de diferents mostres de cafè segons la varietat (*arabica/robusta*). Les empremtes obtingudes per GC-MS s'han utilitzat com a descriptors d'informació química per abordar la caracterització i classificació dels cafès analitzats emprant mètodes quimiomètrics: anàlisi discriminant de mínims quadrats parcials (PLS-DA, *partial least squares-discriminant analysis*) i de regressió de mínims quadrats parcials (PLS, *partial least squares*).

## Materials i mètodes

### Instrumentació

Les empremtes cromatogràfiques es van obtenir amb un instrument de GC-MS d'Agilent Technologies (Santa Clara, Califòrnia, EUA) equipat amb un detector selectiu de masses quadrupolar (model 5977A) i un cromatògraf de gasos (model 7890B) també d'Agilent. Per a la separació cromatogràfica es va fer ús d'una columna polar UF-WAX ms (60 m × 0,25 mm × 0,25 µm de gruix de la fase estacionària) d'Agilent i heli com a gas portador inert. La temperatura es va mantenir inicialment a 40 °C durant 2 min, després es va elevar a 200 °C a 3 °C/min fins al minut 60; a continuació es va augmentar fins a 250 °C a 10 °C/min fins al minut 70, i, finalment, es va mantenir a 250 °C durant 5 min. Es va fer ús d'una font d'ionització electrònica (EI, *electron ionization*) a 70 eV.

Les temperatures de la font i del quadrupol van ser 230 °C i 150 °C, respectivament. Les dades es van adquirir en mode d'escombratge continu (*full scan*) (*m/z*: 50-650).

### Mostres i tractament de mostra

Es van analitzar un total de cinquanta-quatre mostres de diferents espècies de cafè disponibles comercialment (*arabica*, mescla *arabica-robusta* i *robusta*). El tractament de la mostra consistia en una microextracció en fase sòlida d'espai de cap (HS-SPME, *headspace-solid phase microextraction*) fent servir una fibra de divinilbenzè/carboxen/polidimetilsiloxà (DVB/CAR/PDMS) (Supelco, Merck KgaA, Darmstadt, Alemanya). No es va realitzar cap preparació abans de la realització de la microextracció; per tant, es treballava directament a partir del cafè sòlid. Es va fer ús de vials de 20 mL que contenen 0,5 g de mostra. La temperatura d'equilibri de la mostra era de 50 °C i el temps d'agitació emprat va ser de 10 min. Seguidament, els volàtils extrets de la mostra eren introduïts en el cromatògraf mitjançant la desorció de la fibra a 250 °C durant un minut.

També es van utilitzar mostres per a estudis d'adulteració. El cas d'adulteració proposat va ser l'adulteració de cafè *arabica* amb cafè *robusta*. Amb aquest propòsit es van preparar dos conjunts de mostres: un grup per al calibratge (per construir el model de PLS) i un altre de predicció (per validar el model), amb diferents percentatges d'adulteració tal com es descriu a la figura 1.

El conjunt de calibratge incloïa nivells d'adulteració del 20%, 40%, 60% i 80%, així com el 100% de cafès purs de cada classe, i el conjunt de validació incloïa nivells d'adulteració

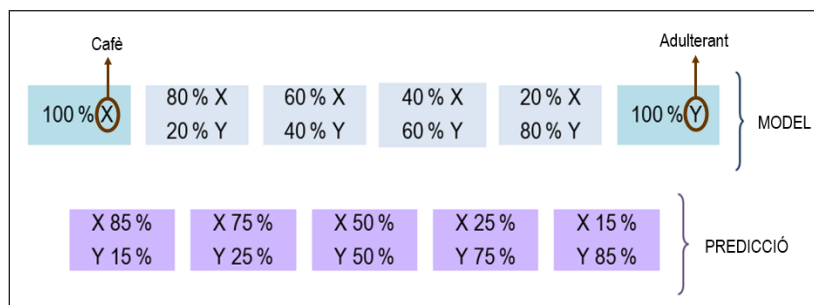


FIGURA 1. Esquema dels diferents percentatges d'adulteració emprats per construir el model i la predicció en l'estudi d'adulteració de cafè, on la X representa el percentatge de cafè (cafè *arabica*) i la Y representa el percentatge d'adulterant (cafè *robusta*). Elaboració pròpia.

del 15%, 25%, 50%, 75% i 85%. Cada nivell d'adulteració (vegeu la figura 1) es va preparar per triplicat i es van obtenir un total de trenta-tres mostres per a l'estudi. En altres treballs s'han utilitzat amb èxit dissenys de calibratge similars per predir quantitats d'adulteració [8]. Els nivells d'aquest disseny es van triar perquè fossin realistes des del punt de vista de l'autenticació, ja que percentatges d'adulterants alts solen ser d'interès en pràctiques fraudulentas per obtenir beneficis econòmics més grans.

### Anàlisi de dades

Després de preparar les mostres, van ser analitzades aleatòriament amb el mètode de GC-MS proposat. Les dades de les empremtes resultants es van utilitzar com a descriptors químics de les mostres per tal de construir les diferents matrius que van ser sotmeses a l'anàlisi discriminant de mínims quadrats parcials (PLS-DA) i a la regressió de mínims quadrats parcials (PLS) fent ús del programa quimiomètric SOLO 8.6 d'Eigenvector Research (Manson, Washington, EUA, vegeu <http://www.eigenvector.com/software/solo.htm>). Els detalls dels antecedents teòrics d'aquestes metodologies estadístiques s'aborden en altres treballs [9]. Indistintament del mètode quimiomètric emprat, les matrius de dades X consistien en les empremtes cromatogràfiques adquirides pel mètode GC-MS. En canvi, les matrius de dades Y definien cada classe de mostra al PLS-DA, mentre que al PLS definien el percentatge d'adulteració. Les empremtes obtingudes instrumentalment van ser sotmeses a un pretractament de dades d'autoescalat automàtic per tal de donar el mateix pes a cadascuna de les variables suprimint les diferències de magnitud i amplitud en les seves escales. El nombre més adequat de variables latents (LV), en PLS-DA i PLS, es va establir considerant el primer punt mínim significatiu de l'error de validació encreuada (CV, *cross-validation*).

## Resultats

### Mètode no dirigit per GC-MS

L'objectiu principal d'aquest treball era aconseguir una empremta per GC-MS per a la classificació i autenticació de mostres de cafè. En aquest sentit, es va optimitzar el mètode cromatogràfic per tal d'obtenir empremtes per GC-MS riques

en compostos volàtils. La separació cromatogràfica es va portar a terme fent ús d'una columna polar UF-WAX ms, i utilitzant heli com a gas portador.

Es van seleccionar les condicions de temperatura òptimes del mètode tenint en compte els senyals detectats per a cada tipus de mostra i el temps total d'anàlisi. En total, es van analitzar cinquanta-quatre mostres de cafè disponibles comercialment amb el mètode proposat. En els cromatogrames d'ions totals obtinguts van ser destacables les diferències entre les mostres analitzades tant pel que fa al nombre de compostos detectats com a les seves intensitats, i es van observar també importants diferències pel que fa als temps de retenció dels compostos. A més, com que les empremtes obtingudes eren reproduïbles entre mostres pertanyents a la mateixa classe de cafè, aquestes empremtes van ser proposades i avaluades com a descriptors químics per abordar la classificació i autenticació de les mostres mitjançant mètodes quimiomètrics multivariants.

### Classificació de mostres mitjançant PLS-DA

Es van utilitzar empremtes cromatogràfiques obtingudes per GC-MS per abordar la classificació del cafè mitjançant l'ús de PLS-DA. En aquest cas, la classificació es va abordar en funció de la varietat de cafè (*arabica*, *robusta* i mescla *arabica-robusta*). La figura 2 representa el millor gràfic de PLS-DA de

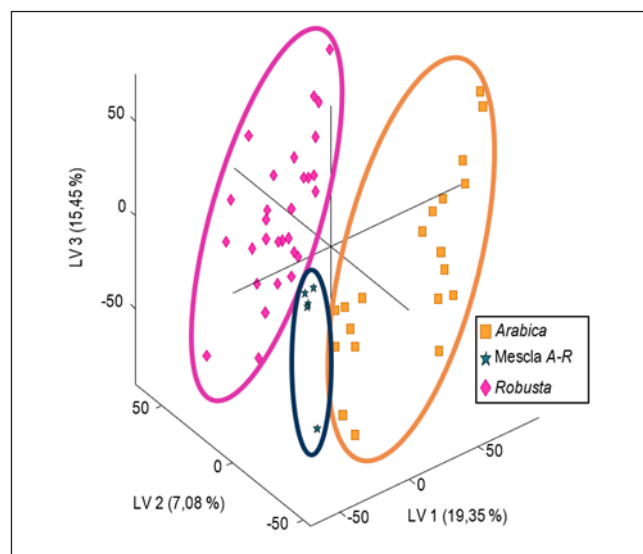


FIGURA 2. Gràfic obtingut mitjançant PLS-DA de scores 3D per classificar les mostres de cafè analitzades en funció de la seva varietat (*arabica*, *robusta*, mescla *arabica-robusta*) creat amb el software SOLO Eigenvector i editat per la Universitat de Barcelona. Elaboració pròpia.

scores (LV1 vs. LV2 vs. LV3) obtingut per a les mostres de cafè analitzades per a la classificació segons la seva varietat.

Pel que fa a la distribució de les mostres en funció de la varietat del cafè, les empremtes obtingudes semblen ser bons descriptors per abordar la classificació de les diferents mostres analitzades, ja que s'obté un bon agrupament entre els cafès de la mateixa varietat. Com es pot veure a la figura 2, les variables latents responsables d'aquesta discriminació entre mostres són LV1, LV2 i LV3. Les mostres 100% *robusta* estan perfectament agrupades i separades de les altres mostres a la zona esquerra del gràfic. A continuació, es distribueixen mostres 100% *arabica* a la zona dreta del gràfic, mentre que les mostres de barreja *arabica-robusta* es troben situades entre mig dels altres dos grups. Aquests resultats demostren que les empremtes obtingudes per GC-MS després d'una extracció mitjançant HS-SPME es poden proposar com a bons descriptors químics per abordar la caracterització i classificació de mostres de cafè segons la varietat de cafè.

### Quantificació de cafè adulterat amb PLS

Es va avaluar la capacitat de les empremtes obtingudes pel mètode proposat per quantificar l'extensió de les adulteracions del cafè utilitzant el mètode quimiomètric de PLS. Amb

aquesta finalitat, es va abordar el cas de l'adulteració de cafè *arabica* amb cafè *robusta*. Tal com es descriu a la figura 1, hi havia dos conjunts independents de mostres, un per al calibratge i un per a la validació. La figura 3 mostra la distribució de tots els nivells d'adulteració, tant pel que fa als conjunts de calibratge com de validació, a l'espai de LV1 vs. LV2, així com el model de calibratge multivariant PLS obtingut per al cafè *arabica* adulterat amb cafè *robusta*. La distribució d'aquestes mostres en LV1 i LV2 depèn tant de les característiques cromatogràfiques de les empremtes obtingudes (compostos volàtils detectats) com de les concentracions d'adulterant.

Com es pot veure en el model de PLS-DA obtingut, segons el contingut de cafè *robusta* (adulterant en aquest estudi), les mostres de cafè 100% pur tendeixen a situar-se a les zones oposades del gràfic de scores respecte a LV1; així, les mostres adulterades es distribueixen d'esquerra a dreta segons l'augment del nivell d'adulteració del cafè *robusta*. El nombre òptim de LV deduït de la validació encreuada va ser de 4.

Com es pot observar, en general, es van obtenir també bons resultats quan es va emprar el calibratge multivariant PLS per a la quantificació dels nivells d'adulterants en el cafè i es va obtenir una  $R^2$  d'1 i uns coeficients de calibratge i predicció de 0,06% i 5,156%, respectivament, que mostren el bon rendiment de la metodologia proposada.

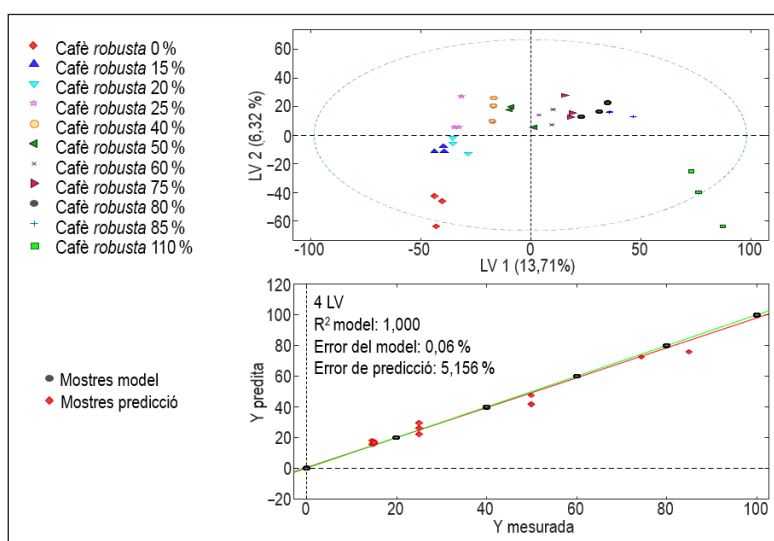


FIGURA 3. Gràfic obtingut mitjançant PLS-DA de scores de LV1 vs. LV2 dels conjunts de calibratge i validació utilitzats, i model de PLS per a la quantificació de cafè *arabica* adulterat amb cafè *robusta* creat amb el software SOLO Eigenvector i editat per la Universitat de Barcelona. El model es va crear amb quatre variables latents. Elaboració pròpia.

## Conclusions

En el present treball, s'ha desenvolupat un mètode que permet obtenir empremtes d'HS-SPME-GC-MS que proporcionen descriptors químics de les mostres adequats per a la caracterització, classificació i autenticació de mostres de cafè segons l'espècie (*arabica/robusta*).

L'anàlisi quimiomètrica per PLS-DA utilitzant les empremtes HS-SPME-GC-MS de cafè obtingudes, va mostrar bones capacitats de discriminació entre les diferents varietats de cafè i va fer possible una discriminació perfecta entre les mostres *arabica*, *robusta* i les corresponents a mescles *arabica-robusta*.

La capacitat de la metodologia proposada per detectar i quantificar els fraus del cafè (fins a un 15% de nivell d'adulterant) mitjançant el calibratge multivariant PLS es va avaluar estudiant un cas de cafè *arabica* adulterat amb cafè *robusta*. Es van obtenir errors de calibratge i de predicció molt acceptables, amb valors més baixos de l'1% i del 6%, respectivament.

En conclusió, la metodologia analítica no dirigida HS-SPME-GC-MS proposada en combinació amb mètodes quimiomètrics és una bona estratègia per tal d'autenticar el cafè i de detectar i quantificar fraus en aquest producte, pel que fa a les espècies de cafè utilitzades.

## Agraïments

Els autors volem agrair a la Beca d'Estades Montcelimar el finançament econòmic durant la realització d'aquest projecte a la Facultat d'Udine (Itàlia). També volem agrair a la Societat Catalana de Química l'oportunitat que ens ha donat de presentar aquest treball i el premi atorgat en la XII Trobada de Joves Investigadors dels Països Catalans.

## Referències

- [1] CAMPMAJÓ, G.; NÚÑEZ, N.; NÚÑEZ, O. «The role of liquid chromatography-mass spectrometry in food integrity and authenticity». A: KAMBLE, G. S. (ed.). *Mass spectrometry: Future perceptions and applications*. Londres: IntechOpen, 2019, p. 3-20.
- [2] MOORE, J. C.; SPINK, J.; LIPP, M. «Development and application of a database of food ingredient fraud and economically motivated adulteration from 1980 to 2010». *J. Food Sci.* [en línia], 77 (4) (2012), p. R118-R126. <<https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02657.x>>.
- [3] GONZALVEZ, A.; ARMENTA, S.; GUARDIA, M. de la. «Trace-element composition and stable-isotope ratio for discrimination of foods with Protected Designation of Origin». *Trends in Analytical Chemistry* [en línia], 28 (11) (2009), p. 1295-1311. <<https://doi.org/10.1016/j.trac.2009.08.001>>.
- [4] KAMILOGLU, S. «Authenticity and traceability in beverages». *Food Chemistry* [en línia], 227 (2019), p. 12-24. <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.10.091>>.
- [5] NARANJO, M.; VÉLEZ, L. T.; ROJANO, B. A. «Actividad antioxidante de café colombiano de diferentes calidades». *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 16 (2) (2011), p. 164-173.
- [6] ESQUIVEL, P.; JIMÉNEZ, V. M. «Functional properties of coffee and coffee by-products». *Food Research International* [en línia], 46 (2) (2011), p. 488-495. <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.028>>.
- [7] HERAWATI, D.; GIRIWONO, P. E.; DEWI F. N. A.; KASHIWAGI, T.; ANDARWULAN, N. «Critical roasting level determines bioactive content and antioxidant activity of Robusta coffee beans». *Food Science and Biotechnology* [en línia], 28 (1) (2019), p. 7-14. <<https://doi.org/10.1007/s10068-018-0442-x>>.
- [8] NÚÑEZ, N.; COLLADO, X.; MARTÍNEZ, C.; SAURINA, J.; NÚÑEZ, O. «Authentication of the origin, variety and roasting degree of coffee samples by non-targeted HPLC-UV fingerprinting and chemometrics. Application to the detection and quantitation of adulterated coffee samples». *Foods* [en línia], 9 (3) (2020), article 378. <<https://doi.org/10.3390/foods9030378>>.
- [9] MASSART, D. L.; VANDEGINSTE, B. G. M.; BUYDENS, L. M. C.; DE JONG, S.; LEWI, P. J.; SMEYERS-VERBEKE, J. *Handbook of chemometrics and qualimetrics*. Amsterdam: Elsevier, 1997.



N. Núñez



E. Moret



P. Lucci



J. Saurina



O. Núñez

**Nerea Núñez** és estudiant de doctorat en química analítica i medi ambient al Departament d'Enginyeria Química i Química Analítica de la Facultat de Química de la Universitat de Barcelona (UB). El 2018 va acabar el grau de química i el 2019, el Màster en Química Analítica a la Facultat de Química de la UB. Ha publicat diversos articles científics i capítols de llibres sobre l'anàlisi d'aliments.

**Erica Moret** es va llicenciar en ciència i tecnologia dels aliments per la Universitat d'Udine (Itàlia) l'any 2012 i es va doctorar l'any 2015. Des de l'any 2016 treballa al Departament de Ciències Agràries, Alimentàries, Ambientals i Animals en la Secció de Química dels Aliments de la Universitat d'Udine amb el doctor Conte i el doctor Lucci. La seva recerca s'ha centrat principalment en l'oli d'oliva i els seus components (compostos volàtils, components menors, triacilglicerols i àcids grassos), i ha suposat una millora en l'aplicació de tècniques de cromatografia de gasos (GC) i cromatografia de líquids (LC) a altres matrius com sucres i contaminants alimentaris.

**Paolo Lucci** va obtenir el doctorat l'any 2008 al Departament d'Alimentació, Agroenginyeria, Ciències Físiques, Economia Agrícola i del Territori (SAIFET) de la Universitat Politècnica de les Marques (Itàlia). El febrer del 2009 es va incorporar al Projecte Europeu NASCENT com a investigador experimentat a POLYIntell SAS (França) i el 2010 va estar un any com a investigador experimentat al Departament de Química Analítica de la Universitat de Barcelona dins del Projecte Europeu Carbosorb. L'abril del 2011 es va incorporar a la Facultat de Ciències de la Pontifícia Universitat Javeriana (Colòmbia), on va ser nomenat cap del grup de recerca Aliments, Nutrició i Salut l'any 2012 i cap del Departament de Nutrició i Bioquímica el 2014. Actualment, és professor associat de química dels aliments a la Universitat d'Udine (Itàlia). Ha publicat diversos articles científics i capítols de llibres i és editor de dos llibres centrats en el tractament de mostres i cromatografia de líquids acoblada a espectrometria de masses (LC-MS) en anàlisi d'aliments.

**Javier Saurina** és catedràtic d'universitat del Departament d'Enginyeria Química i Química Analítica de la Universitat de Barcelona. La seva recerca se centra en el desenvolupament de nous mètodes analítics, la caracterització i autenticació de productes alimentaris i el tractament de dades. Ha liderat diversos projectes de recerca competitius nacionals i europeus, a més de participar en molts d'altres. Ha publicat cent noranta articles en revistes indexades i vint capítols de llibre dels àmbits analític, farmacèutic, de materials i d'alimentació.

**Oscar Núñez** és professor catedràtic d'universitat. Doctorat en química analítica per la Universitat de Barcelona (UB) el 2004, la seva recerca se centra en el desenvolupament de metodologies analítiques (cromatografia i espectrometria de masses de baixa i alta resolució, entre d'altres) per a la caracterització, classificació i autenticació de productes alimentaris. Ha publicat més de cent cinquanta articles en revistes indexades i capítols de llibre i és coeditor de sis llibres centrats en tractament de mostra, mètodes cromatogràfics, espectrometria de masses i autenticació d'aliments. En l'actualitat és, a més, delegat del rector del Programa de Recerca, Innovació i Millora de la Docència i l'Aprenentatge (RIMDA) de la UB. També és coordinador del grup d'innovació docent consolidat NEAQA (Noves Estratègies d'Aprenentatge en Química Analítica).