






Universitat Autònoma de Barcelona

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  http://cat.creativecommons.org/?page_id=184

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <http://es.creativecommons.org/blog/licencias/>

WARNING. The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>

TESIS DOCTORAL

**Valorización de los Productos Tradicionales
e Innovadores de razas de cerdos
Autóctonos de Europa en peligro de
extinción, con una perspectiva Autosostenible**

Evelyn Andrea Rivera Toapanta

Monells(Girona)-Bellatera(Barcelona)

2022



TESIS DOCTORAL

Valorización de los productos tradicionales e innovadores de razas de cerdos autóctonos de Europa en peligro de extinción, con una perspectiva autosostenible.

Evelyn Andrea Rivera Toapanta

2022

PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIA DE LOS ALIMENTOS

Dirigida por:

Dra. M. Àngels Oliver Pratsevall

Tutora:

Dra. Montserrat Mor-Mur

Memoria presentada para optar al título de doctora por la Universidad Autónoma de Barcelona

TESIS DOCTORAL

Valorización de los productos tradicionales e innovadores de razas de cerdos autóctonos de Europa en peligro de extinción, con una perspectiva autosostenible.

Memoria presentada por Evelyn Andrea Rivera Toapanta, inscrita al programa de doctorado de Ciencias de los Alimentos, para optar al grado de Doctor por la Universidad Autónoma de Barcelona. El trabajo se ha realizado en el programa de Qualitat i Tecnologies Alimentàries del Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries.

Evelyn Andrea Rivera Toapanta

Monells (Girona), enero 2022.



La Dra. M. Àngels Oliver Pratsevall de l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries, IRTA

Declaro:

Que el trabajo titulado “Valorización de los productos tradicionales e innovadores de razas de cerdos autóctonos de Europa en peligro de extinción, con una perspectiva autosostenible”, que presenta Evelyn Andrea Rivera Toapanta para la obtención del título de doctora, ha estado realizando bajo mi dirección en el IRTA.

Y, para que así conste y tenga los efectos oportunos, firmo este documento.

Dra. M. Àngels Oliver Pratsevall

Monells (Girona), enero 2022.

EL trabajo que se presenta en esta memoria se ha realizado gracias a la concesión de una beca pre-doctoral del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) y se integra en el marco del proyecto de Investigación TREASURE, Funded by European Union Horizon 2020, Grant Agreement No 634476.

Agradecimientos

Al Director del Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries, Josep Usall y al cap del programa Qualitat i Tecnologies Alimentàries, Pere Gou por su atención durante el desarrollo de mi estancia en este Centro

A las directoras de mi tesis Maria Àngels Oliver i Pratsevall y Marta Gil i Farré, por su orientación, confianza y paciencia.

Emma Roca y la empresa Gratacool per el seu suport a el desarrollo de aquesta tesis.

Jaume Jaume per la seva col.laboració i entusiasme al llarg de tot el projecte.

Prof. M.J. Oruna y Jense Parker, por su soporte, guía y enseñanza durante mi estancia en el Departament of Food and Nutritional Sciences- University of Reading, Inglaterra.



IMAGEN REFERENCIA https://www.tripadvisor.es/AttractionProductReview-g187497-d19771416-Girona_and_Sitges_from_Barcelona_with_professional_guide-Barcelona_Catalonia.html

Esta tesis es la meta de un largo camino, como una maratón que, durante su transcurso, mi coach principal fue y es Dios, escuchar su voz, su guía y sus consejos fue la mejor decisión que yo hice en mi vida.

Yo tuve la oportunidad y la bendición de conocer a muchas personas que ahora puedo decir son mis amigos y mi familia. Yo aprendí mucho de ellos, que fueron mi guía, mi soporte y camino. Fue la familia que encontré en Girona, que fueron una voz de aliento a seguir cuando lo necesitaba, fueron el abrazo, que sin decir nada me entregaron y llenaron mi corazón. Fueron la sonrisa que necesitaba ver cada mañana, fueron mi casa, mi escuela, fueron mi consejo y sobre todo mi soporte para levantarme cuando estaba triste y mi aliento a seguir a la meta.

Esta historia empieza con una chica de Quito, que llena de sueños, pero con muchos NO a su alrededor, decidió entregar todo, todo a Dios y le dijo a su Dios, si Tu existes, te entrego todo, todo los sueños, anhelos, metas, trabajo, familia y sentimientos, que se cierra todo lo que se deba cerrar y que se abra lo que se deba abrir. Y solo con esta declaración cambio todo. Después de hacer esa declaración de Fe, pasaron pocos meses y salió la oportunidad de aplicar a una beca, pero ella estaba lejos del lugar donde ella debía presentar los papeles para aplicar a la beca, ella estaba trabajando en la jungla, que ni la señal del internet llegaba baja; sin embargo, era una Odisea viajar a Quito, y con el corazón que palpitaba con más rapidez de lo normal, deseaba llegar a las oficinas a presentarse a la beca, mientras ella viajaba, su madre y hermano le esperaban con la carpeta de sus documentos, ellos siempre estaban presentes, apoyando sus sueños. Luego de su encuentro, su familia le entrego sus papeles y ella logró presentarse en las oficinas del SENESCYT, el último día y hora. Y así marco el inicio de una nueva etapa en su vida. Ella logro obtener la beca para estudiar en la Universidad de Girona.

Este camino empezó en la Universidad de Girona, conocí nuevos amigos, profesores, una nueva lengua, y un amor inmensurable a su cultura y sobre todo un nuevo hogar Girona, ¡Girona m` enamora, y si me enamoró ...! Desde el primer instante que llegue a la estación, una pareja catalana me acogió en su casa y me ofrecieron ratafía, para el frio y al siguiente día yo ya estaba involucrada en su cultura, en medio de los Castellans y comiendo un *entrepà amb cafe*.

Yo empecé a tomar las clases en la universidad y pasaron los meses, y llego el momento de realizar el trabajo final de Master, y fui al IRTA.

En el IRTA empezó este gran viaje, hace más de cuatro años y encontré a personas maravillosas que me enseñaron tanto a nivel científico y humano.

M. Àngels, no tengo palabras, mi corazón late más fuerte cuando yo empiezo a recordar todo lo que pasamos, tú fuiste mi directora, mi mentora y mi madre catalana, gracias por cuidarme como una hija, gracias por permitirme estar a tu lado durante estos cuatro años, gracias por enseñarme tanto, no solo a nivel científico, sino a nivel personal, gracias por ser esa madre que cuida a que no me faltará nada. Gracias, por tanto. T'estimo molt.

Marta Gil, gracias, mil gracias, yo te dije alguna vez que si lograba terminar la tesis era por tu soporte y fue así, tu nunca me dejaste sola, siempre estuviste ahí, día a día, corrigiendo, revisando, aconsejando, animándome, por eso y por todo gracias. Te quiero, te admiro Marta, eres una mujer sabia, fuerte y valiente. Gracias por no dejarnos y por estar junto con M. Àngels apoyándome. Gracias por tus palabras sabias que abrazaron mi alma, en el momento preciso que yo necesitaba. Moltes gracias Marta.

María Font, mi jefa, gracias por cuidarme, escucharme, aconsejarme, apoyarme en mis sueños, gracias por prestarme el ordenador, gracias por tu soporte y tus clases de estadística, gracias por tu tiempo, gracias Maria, eres una mujer admirable y gracias por tu sencillez y respeto.

Pere Gou, gracias por tu soporte, tu enseñanza y guía como jefe y líder del grupo de investigación. Gracias por tu cuidado y soporte durante mi estancia. Admiro tu manera de gestionar todo.

Nuria, fuiste la primera persona que conocí en IRTA, fuiste mi tutora, y mi amiga, gracias por elegirme junto con M. Àngels y Marta y permitirme hacer realidad este sueño. Te quiero.

Joel, gracias por ser ese compañero y amigo que siempre me decía ánimos, gracias por tu guía, por tu confianza, por tu tiempo, tu respeto. Gracias a ti y a Nuria por abrirme las puertas de su hogar, gracias, realmente yo estoy muy agradecida con los dos. ¡Gracias coach, eres un crack...!

Mauro Vitale, eres una gran persona y guía, aprendí mucho contigo en el camino del "Treasure". Grazie Mille. Eres de mis amigos Italianos, que admiro, respeto, valoro y tengo un gran cariño.

Francesc, tu ets el meu germa major, gràcies per donar-me la teva mà i ajudar-me des de del primer instant que et vaig conèixer, mare meva recordo com tu em vas ajudar a organitzar todos los documentos para presentar-me al INIA, i ara comptar amb tú al final de la tesi, és una bendicció. Moltes gràcies.

Albert Brun, gracias por tu soporte en estadística y por tu amistad en todo momento.

Ricard Bou, gràcies per tot, mare meva senyor...!, tu em ajudaste molt, gràcies pel teu suport i pel teu temps i sobretot per aquestes xerrades "molt profundes que em feien riure fins jo sentia dolor de panxa" ...!. Graciès a tu i a Lorena per ser els meus amics. ¡Tú ets el meu amic Catalan més chévere amb un gust musical interesante (canço Andina) jajja...!

Luis Guerrero, tú fuiste mi profesor de análisis sensorial y estudios de consumidores, admiro tu profesionalismo y tu lado humano. ¡Eres un crack...! Muchas gracias por tu soporte, en todo momento.

Marta Garron, tuve la fortuna de conocerte, gracias por tus palabras y consejos en esos momentos que sentía que se derrumbaba todo (incluso por el rollo de papel higiénico jajaja). Eres una mujer con un corazón y alma hermosa. T'estimo molt.

Aurorita, eres mi sol y el sol de tod@s los estudiantes que venimos de afuera. Yo personalmente te quiero agradecer por tu corazón hermoso, gracias por tus cuidados, por acogerme, por tus abrazos. ¡Tú ets la meva mare catalana tambe...! Te quiero.

Sabina, bonita yo te agradezco por tu soporte, gracias por tu amistad y por estar apoyándome en los momentos más importantes de mi vida. Sobre todo, gracias por forma de ser, por tu alegría y sencillez. Cuenta conmigo, siempre.

Sonia, no tengo palabras al recordar todo lo que me ayudaste, tú fuiste mi soporte y me ayudaste a solventar todo lo que me faltaba, por esa razón quiero decirte que estoy muy agradecida contigo. Te quiero Sonia.

Montse, gracias por el soporte y el cuidado que tuviste en mi estancia, gracias por tu respeto y atención conmigo.

Almudena, gracias por tu soporte en todo, gracias por apoyarme hasta el último momento.

Narcís, gracias por enseñarme el funcionamiento de los laboratorios, por ser una gran persona y sobre todo por compartir tus croissants conmigo, en el desayuno.

Pepe, eres el Picasso de IRTA, gracias por llenar nuestros espacios con arte, gracias por tu buen humor y cariño.

M. José i Augustí, gracias por vuestro soporte.

Bego y Fili, gracias por esos momentos de risa, por vuestro respeto y soporte durante mi estancia.

Cristofol, Dioni, Jordi y David gracias por vuestro soporte y cariño conmigo.



Amics de tot el mon:

Albert Rosell, tu ets el amic més maco de Catalunya, gràcies per ensenyar-me a escoltar bona música catalana (Albert Pla ☺), per parlar a Català amb mí, per ensenyar-me a escalar el rocko i per les trobades a l' estacio de tren a les 6:30 del matí, moltes gracias pel teu suport i el teu cor. Tu ets el meu sol, gràcies amic.

Adrià, yo te agradezco por tu soporte impecable en el trabajo, estuviste cada momento que te necesite, gracias por tu amistad, gracias a ti y a Mar por venir a correr conmigo en invierno y sobre todo gracias por estar presente en todo momento. Eres realmente mi pana, Tèstimo.

Ana B, compí te conocí en IRTA, gracias por los buenos momentos en IRTA y en Girona.

Andrés, tu ets un noi molt macu i un gran amic. Gracias per tot.

Aricia, bonita gracia por ser esa amiga incondicional, tengo la bendición de haberte conocido, gracias por todo lo que hiciste por mí, por estar en los buenos y en los no tan buenos momentos. Te quiero amiga.

Carlos T., gracias por ayudarme, enseñarme y por ser ese gran soporte en la ciencia, en el laboratorio, y por tu amistad.

Elenita Díaz, amiga de mi corazón, tú estabas presente siempre, a mi lado (literal), compartiendo oficina, café, experiencias, saliditas, historias de las Islas Canarias, gracias por ser esa risa cada mañana, y si me preguntas a mí: *¿Qué grado de felicidad tengo?* Mi respuesta y la respuesta de todas las personas que te conozcan, va a ser siempre **10** ☺. Tú eres luz y sal en la vida de todas las personas, que tienen la bendición de conocerte. Gracias por todo bonita.

Elvira, de mi corazón, mi amiga de los ojos más guapos del mundo, jejej. Elvira gracias por tu amistad y cariño. Tus abrazos y por tus palabras, fueron de gran agrado para mí. Te quiero.

Gisela, mi amiga argentina más linda, gracias por tu amistad bonita, por tu corazón y apoyo en todo momento.

Gerard, gracias por tu amistad, por tu tiempo y soporte cuando más lo necesitaba.

Laura López, bonita gràcies por estar siempre presente, gracias por tu ayuda, tu guía, y confianza. Tu buena actitud, tu amistad, por tu delicadeza y tu sencillez. Bonita te deseo todo lo mejor de este mundo. Seguro lograrás todo lo que anhelas. Tu ets el meu sol.

Maite, amiga gracias por tu amistad hermosa, gracias por ser la amiga y el excelente ser humano en todo momento, conmigo. ¡Tú eres como un volcán, recuerda...!

Mar Giro, bonita eres una gran persona y amiga, gracias por tu cariño y soporte. ¡Lo más lindo que tienes es tu corazón, cuídalo mucho...! Recuerda siempre ver al cielo, cuando quieras encontrar respuestas. T`estimo.

Mar Llauger, bonita gracias por correr conmigo, gracias por enseñarme las rutas más bonitas de Girona, para ir a correr. Amiga tú eres mi sol y mi mar jejej, eres una bendición tenerte como amiga. Las personas que te tengan como amiga son muy afortunadas, yo soy una de ellas.

A tu mami gracias por hacerme sentir como en casa. Cuenta conmigo siempre, no importa donde me encuentre, yo estaré para ti, mi runner.

Michela, ciao bella, eres una amiga incondicional, gracias por tus detalles y cariño conmigo. Conocerme y compartir contigo estos momentos lejos de casa, pero con las ganas de vivir y cumplir nuestros sueños, es hermoso. Sigue adelante bella, tu lograrás todo.

Rafa, gracias por los momentos bonitos y por acompañarme a cantar, en la comida de Marta. Sos grande Rafa...!

Pierina L, gracias por ser esa amiga y hermana, gracias por ayudarme a empacar las mis maletas llenas de sueños, por ser el empuje y por contar contigo cuando más yo lo necesitaba. Dios te bendiga mi Pie.

A mi familia de Girona:

Claudia Rodríguez, gracias por ser una excelente amiga y compañera de piso, aprendí mucho con usted. Gracias por sus consejos, cariño y soporte, gracias por estar en todo momento Doctorita.

Marina, eres una amiga muy linda, gracias por esas historias nocturnas sin fin en catalán, durante 1 año, aprendí mucho de ti, eres única amiga. Recuerdo tu frases profunda una "diva se nace, no se hace" jajaja, sí que pase bien contigo. Gracias bonica.

Mishel Vera, mijita contigo el corazón se me hace aguita, gracias por ser mi bendición y el soporte, cuando yo no tenía "base". Eres mi amiga y hermana, recuerda que cuentas conmigo inclusive para hacer frente a las batallas más duras, que se presenten en la vida. Dios te bendiga mijita.

Karlita Quintero, gracias por cada detalle que haces por mí, eres mi bendición, el regalito del cielo, es que yo no tengo palabras para agradecerte por cada detalle, eres como una hermana, gracias por cuidarme, por ser el abrazo, el mimo y la palabra sabia en el momento preciso. Karlita tienes un corazón gigante, que debes cuidar como tesoro. Carlotita, gracias por bendecir mi vida, lo que usted hizo por mí, no tiene precio, es uno de los regalos más grandes en mi vida. Dios le bendiga Carlotita, usted es realmente mi amiga y mi pana. Gracias a las dos, por su cariño, las quiero.

Tatiana Vernot, gracias por ser la amiga, hermana y familia de Girona, por compartir buenos momentos y no tan buenos, por ser parte de mi vida, por festejar los momentos de victoria y dar los abrazos cuando no lo son. ¡Eres una mujer de bendición Tati...! Te estimo.



A mi familia de Ecuador:

Normita, gracias por ser la madre esforzada y valiente, la madre y amiga, la que me aconsejo, la que me apoyo en todo momento, la que dio todo de sí, para que yo cumpliera mis sueños. Eres la mejor madre y amiga del mundo. Amore, eres la prueba innata que Dios me ama, porque me eligió a mí, como tu hija, yo soy la afortunada. Usted es el mejor ejemplo de ser una mujer Virtuosa (Proverb.:31). Te amo y te admiro.

Marco, eres mi coach, mi runner, amigo y padre, gracias por ser la palabra de aliento para salir adelante durante estos años, a pesar de cada dificultad. Gracias por enseñarme a amar a correr la "maratón" de la vida.

Cristhian Rivera, gracias por ser el hermano, amigo y el hombre ejemplar y de fe. Gracias por tus palabras sabias y el consejo preciso. Aprendo mucho de tu sabiduría, gentileza, sencillez y humano que eres. Gracias por ser el motor de mi vida, para cumplir todo. Tu vida es una bendición en la mía.

Evelyn Cabrera, eres una mujer virtuosa, valiente, inteligente y ejemplar, gracias por tu cariño y apoyo, en todo momento. Tu vida es un regalo del cielo, eres un ejemplo a seguir.

Alcides, gracias por su soporte, cuidado y guía conmigo. Gracias por estar presente en todo tiempo.

Gracias a toda mi familia, por su cariño.

A mis amigas de Ecuador:

Nathy Echeverría, gracias por estar siempre en mi vida y por ayudarme a diseñar y cerrar esta obra de arte. ¡Tú eres arte...!

Nataly Pozo, gracias por tu amistad amiga, gracias por ser mi hermana y ser parte de todas las etapas de mi vida. Gracias por apoyarme a pesar de la distancia y los años, nuestra amistad perdura. Te quiero chatita.

Nataly Quelal y Pablito, gracias por ser mis amigos incondicionales en todo momento, los quiero y nos vemos pronto en París...!

Merci, gracias por ser la amiga que siempre está cuando más se necesita, gracias modelito.

Paty Cueva, mi runner gracias por compartir experiencias, sueños, viajes inolvidables, y sobre todo gracias por ser mi apoyo para yo alcanzar lo más alto de la montaña. Tú y Cesar ocupan un lugar muy especial en mi vida. Os quiero tíos ☺...!

Salito, gracias por tu cariño, risa y consejo, eres la amiga leal, gracias por tu hermosa amistad.

Gracias a todos por vuestro soporte y cariño.

A Déu ,
als meus pares,
al meu germà,
família
Directores i mentores
Catalanes,
Amics de tot el món

A Dios,
A mis padres,
a mi hermano,
familia,
Directoras y mentoras
Catalanas,
Amigos de todo el mundo

QUIERO SER ESA
CALIDAD DE AMIGO
PARA TENER ESA
CALIDAD DE FE
4 amigos + ~~1 parálitico~~

Lucas 5:17

Lista de publicaciones de la tesis

Esta tesis doctoral se presenta como un compendio de los siguientes estudios:

Estudio 1

Consumers' expectations and liking of traditional and innovative pork products from European autochthonous pig breeds.

Publicado en Meat Science 168: 108179. 2020.

Índice de calidad de la revista de acuerdo con el JCR 2020:

Índice de impacto: 3.483.

29/135 (1er cuartil) en la categoría Food Science & Technology.

Estudio 2

Effects of rose hip (*Rosa canina* L.) extract as a natural ingredient on the nutritional composition, oxidative stability and sensory attributes of raw and cooked pork patties from Majorcan Black pig breed under retail conditions.

Preparado para enviar a una revista científica en Food Science (2022).

Estudio 3

Marketing strategies to self-sustainability of autochthonous pig breeds from different EU regions: a mixed approach using the World Café Technique and the Analytical Hierarchy Process.

Publicado en Renewable Agriculture and Food Systems. 1:11. 2021.

Índice de calidad de la revista de acuerdo con el JCR 2021:

Índice de impacto: 2.657.

- 16/58 (1 er cuartil) en la categoría de Agronomy and Crop Science, Renewable Agriculture and Food Systems.

**Índice de Figuras**

Figura 1. Work packages del proyecto TREASURE	17
Figura 2. Razas de cerdos autóctonas estudiadas en el proyecto TREASURE.....	19
Figura 3. Esquema de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (ONU, 2015).....	22
Figura 4. Producción de las razas autóctonas de cerdos de tres regiones o áreas geográficas de Europa: Porc Negre Mallorquí (PNM, Isla de Mallorca), Cinta Senese (CS, Región de la Toscana), Gascón Noir de Bigorre (NB, Región de Altos Pirineos-Occitania), Krškopolje (KRS, Eslovenia) y Turopolje (TP, Región de Turopolje).	26
Figura 5. Porc Negre Mallorquí	31
Figura 6. Distribución de las explotaciones de producción de PNM por municipios (excluidas las explotaciones que se han dedicado exclusivamente al engorde). * El número máximo de fincas en un municipio es 12 (Associació de Ramaders de Porc Negre Mallorquí Selecte, 2018; Tibau et al., 2019).	32
Figura 7 . Productos principales de PNM: a. y b. Sobrassada de “Porc Negre Mallorquí”,.....	34
Figura 8. Cinta Senese	34
Figura 9. Salami Toscano	36
Figura 10. Gascón (NB).....	37
Figura 11. Jamón curado NB	38
Figura 12. Krškopoljski prašič (KRS).....	39
Figura 13. a. Salami sin nitritos de KRS, b. Salami con nitritos.....	40
Figura 14. Turopolje (TP)	41
Figura 15. a. Bacón Turopolje, b. Jamón curado, c. Salchichas y salami secas	42
Figura 16. a. Plantación de Gavarrera (Rosa canina L.) en Bellver de Cerdanya, b. Fruto de la Rosa canina L. (escaramujo).....	54
Figura 17. Productos del escaramujo en desarrollo, en la Cerdanya: a. aceite, semillas, fruto deshidratado, b. pasta de escaramujo, c. hamburguesa vegetal con escaramujo.	55
Figura 18. Guía general para la selección , entrenamiento y control de jueces-catadores según la norma (UNE 87024-1, 1995).....	57
Figura 19. Esquema de los estudios realizados para evaluar las posibles estrategias de sostenibilidad para el potencial de mercado de la carne y productos cárnicos tradicionales e innovadores de cerdos autóctonos europeos.....	79
Figura 20. Esquema de la metodología aplicada en el estudio 1 para analizar las expectativas del consumidor de productos cárnicos tradicionales e innovadores de cuatro razas de cerdos autóctonos europeos: PNM, CS, NB y TP.	81
Figura 21. Esquema de la metodología aplicada en el estudio 2 para analizar el efecto de escaramujo en hamburguesas de PNM crudas, cocidas y cocidas sujetas a condiciones de oxidación.	83
Figura 22. Diagrama de la elaboración de las hamburguesas ce PNM y los análisis desarrollados.....	85
Figura 23. Esquema de la metodología aplicada en el estudio 3 para analizar las opiniones y actitudes de toda la cadena de producción porcina de las cinco razas de cerdos autóctonos sin explotar de Europa: PNM, NB, CS, KRS y TP.....	86
Figura 24 Evaluación sensorial de las hamburguesas de PNM (Oliver et al., (2017)).	111
Figura 25. Etiqueta de identitat de la sobrassada mallorquina de porc negre. Gentilesa del Consell Regulador de la Indicació Geogràfica Protegida.....	112
Figura 26. Esquema de la metodología y diseño común del producto convencional, tradicional e innovación para cada sistema de producción estudiado.	114
Figura 27. Etiqueta con la información de las hamburguesas de Porc Negre Mallorquí (PNM) en el estudio de Barcelona.....	117



Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de la morfología externa de ecotipos de Cerdo Latinoamericano	29
Tabla 2. Aplicaciones de extractos de plantas como antioxidantes naturales en productos cárnicos	47
Tabla 3. Información escaramujo o “gavarrera”, fruto de la rosa mosqueta	52
Tabla 4. Fases del test sensorial.	82
Tabla 5. Marco Metodológico del análisis DAFO.	88
Tabla 6. Marco Metodológico del análisis de las estrategias de Marketing (4P).....	89
Tabla 7. Contenido de polifenoles y beta-glucanos en hamburguesas de PNM de 120 g.....	110
Tabla 8. Productos cárnicos tradicionales e innovadores de diferentes razas de cerdos autóctonos que se realizó en el estudio de los consumidores	115
Tabla 9. Estrategias de Marketing (Producto, place, promoción y precio) de cada cadena de producción de los cerdos autóctonos de Europa en peligro de extinción.....	127
Tabla 10. Plantilla de Excel para analizar y elegir la política más relevante de cada estrategia de Marketing (4P): producto, precio, place (Lugar) y promoción.....	165
Tabla 11. Plantilla de Excel para analizar y elegir la política más relevante entre todas las estrategias: producto, precio, place (Lugar) y promoción	166

**Índice de Fotos**

Fotografía 1. Proyecto POCTEFA DIETAPYR2. Foto: Núria Panella.	67
Fotografía 2. Estudio 1. Test Sensorial, Bolonia, Italia	90
Fotografía 3. Estudio 1. Test Sensorial, Barcelona, España.....	90
Fotografía 4. Estudio 1. Test Sensorial, Zagreb-Croacia.....	90
Fotografía 5. Estudio 2.	91
Fotografía 6. Estudio2. Grasa de PNM, carne molida	91
Fotografía 7. Estudio 2. Mezcla de la carne con los ingredientes.....	91
Fotografía 8. Estudio 2. Almacenamiento de las hamburguesas bajo condiciones en retail conditions.....	92
Fotografía 9. Estudio 2.	92
Fotografía 10. Estudio 2. Extracción de ácidos grasos de las hamburguesas PNM, mediante HPLC	92
Fotografía 11. Estudio 2. Identificación y cuantificación de vitaminas. El análisis de la vitamina C se cuantifico por HPLC con detector UV, el alpha-tocoferol se cuantifico con HPLC y con detector fluorescente, el β - caroteno y coenzyme Q con detector de red de diodos, HPLC- DAD –MS	93
Fotografía 12. Estudio 2. Evaluación del color de las hamburguesas bajo retail conditions	93
Fotografía 13. Estudio 2. Identificación de volátiles, mediante el sistema GC-MS acoplado a un detector selectivo de masas (triple-axis Detector, Agilent 5975C).....	93
Fotografía 14. Estudio 2. Cocción y oxidación de las hamburguesas de PNM.....	94
Fotografía 15. Estudio 2. Entrenamiento de los panelistas para obtener descriptores de las hamburguesas de PNM oxidadas y no oxidadas.....	94
Fotografía 16. Estudio 2. Evaluación sensorial de las hamburguesas de PNM	94
Fotografía 17. Sesión de Focus Group realizado con los stakeholders de la cadena de producción del PNM, en Mallorca.	95
Fotografía 18. Estudio 3. Sesión de Focus Groups realizado con los stakeholders de la cadena de producción de la raza de cerdo de Turopolje (en Velika Gorica, Croacia)	96
Fotografía 19. Hamburguesa de Porc Negre de Mallorquí elaborada con arándanos y setas (Estudio realizado en la ciudad de Barcelona).	101
Fotografía 20. a. Hamburguesa de la raza de Porc Negro de Mallorca con arándanos y setas. b. Jamón curado 36 meses, de la raza de cerdo Gascón-Noir de Bigorre. c. Jamón curado de la raza de cerdo Turopolje. d. Salami con antioxidantes naturales, Cinta Senese, e. Salami sin nitritos de la raza de cerdo Krškoplje.....	102
Fotografía 21: Roser silvestre (Rosa canina L).....	103
Fotografía 22. Focus group con los stakeholders (PNM, Mallorca)	105
Fotografía 23. Mujeres indígenas cosechando trigo en la provincia de Imbabura, Ecuador. Fotos: Karen Dávila.....	120
Fotografía 24. Consecha de Quinoa en la Región Andina de Ecuador (McNally, 2013)	121
Fotografía 25. Ejemplo de nuevos productos como el Te de Rosa canina L.....	122
Fotografía 26: Empresa Gratacool 2021	125



Índice

Agradecimientos	i
Lista de publicaciones de la tesis	xv
Índice de Figuras	xix
Índice de tablas	xx
Índice	xxii
Resumen.....	1
Resum.....	5
Abstract	9
Capítulo I	13
Introducción general	13
I.1 Proyecto TREASURE.....	15
I.1.1 Ganadería sostenible, el bienestar animal y su relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	20
I.2 Producción porcina de razas autóctonas en Europa.....	22
I.2.1 Razas estudiadas en los WP 3 y 4 del proyecto TREASURE, producidas en tres regiones o áreas geográficas diferentes, en Europa	26
I.2.2 Producción de cerdos en España	27
I.2.3 Producción intensiva de cerdos en la Unión Europea.....	27
I.3 Razas autóctonas porcinas en América.....	27
I.4 Razas autóctonas porcinas de Europa.....	30
I.4.1 Porc Negre Mallorquí (PNM).....	30
I.4. 2 Cinta Senese (CS).....	34
I.4.3 Gascón (NB)-Noir de Bigorre	37
I.4.4 Krškopoljski prašič (KRS).....	39
I.4.5 Turopolje (TP).....	41
I.5 Innovación en productos cárnicos	43
I.6 Problema: Oxidación de la carne	44
I.6.1 Volátiles.....	45
I.7 Soluciones: uso de antioxidantes naturales en carne y productos cárnicos.....	45
I.7.1 Aplicación de antioxidantes	48
I.7.2 Arándanos como fuente de antioxidantes	49
I.7.3 Ácido ascórbico	50
I.7.4 Rosa Canina como fuente de antioxidantes.....	50



I.7.5 Otros ingredientes naturales: Setas como fuente de β - glucanos	55
I.8 Análisis Sensorial	56
I.8.1 Catadores expertos	57
I.8.2 Paneles de consumidores.....	58
I.9 Demandas de los consumidores en relación con los alimentos locales	59
I.10 Sesiones nombradas como <i>Focus Groups</i>	61
I.11 Análisis de la sostenibilidad de las “cadenas cortas de producción”	62
I. 11.1 Identidades en movimiento: productos cárnicos con especificidades territoriales, culturales e identidades	64
I. 11.2 El territorio como espacio de referencia identitaria	64
I. 11.3 Los productos y su calificación y construcción territorial	64
I. 11.4 Los Sellos de calidad DOP/IGP.....	65
I. 11.5 Calificación territorial de productos.....	65
I. 11.6 Los consumidores, sus culturas y sus competencias.....	66
Capítulo II	71
Objetivos	71
Capítulo III	77
Metodología.....	77
III. 1 Primer estudio- Aceptabilidad de productos tradicionales e innovadores.....	81
III. 2 Segundo estudio- Efecto de escaramujo como antioxidante natural.....	83
III.3 Tercer estudio- Opinión del Sector	86
Capítulo IV	99
Compendio de Estudios.....	99
IV.1 Estudio 1:	101
IV.2 Estudio 2:	103
IV.3 Estudio 3:	105
Capítulo V	107
Discusión General.....	107
V.1 Consideraciones previas	109
V.2 Primer estudio-Estudio de los consumidores: Aceptabilidad de productos tradicionales e innovadores.....	113
V.2.1 Fortalezas	114
V.2.2 Debilidades.....	117
V.2.3 Oportunidades	118
V.2.4 Amenazas	121
V.3 Segundo estudio-Efecto del escaramujo como antioxidante natural.....	122



V.3.1 Fortalezas	123
V.3.2 Debilidades.....	123
V.3.3 Oportunidades	124
V.3.4 Amenazas	125
V.4 Tercer estudio –Opinión del Sector: <i>Focus Group</i>	125
V.4.1 Fortalezas	128
V.4.2 Debilidades.....	128
V.5 Estudio de los consumidores en Barcelona, en el caso del PNM.....	128
V.6 Aspectos relacionados con la producción local y los ODS (OMS)	129
V.7 La sostenibilidad en la actualidad	130
Capítulo VI	133
Conclusiones	133
generales	133
Capítulo VII	139
Bibliografía	139
Capítulo VIII	157
Anexos	157
Anexo 1. Estudio 1. Tarjetas Descriptivas	159
Anexo 1.1. Barcelona (España):.....	159
Anexo 1.2 Bolonia (Italia)	159
Anexo 1.3 Ljubljana (Eslovenia)	160
Anexo 1.4 Tolouse (Francia).....	160
Anexo 1.5 Zagreb (Croacia)	161
Anexo 2. Estudio 1. Hojas de la evaluación sensorial	162
Anexo 2.1. Hoja de test-Blind linking evaluation	162
Anexo 2.2. Hoja de test-Expected linking evaluation.....	163
Anexo 2.3. Hoja de test-Actual linking evaluation	164
Anexo 3. Estudio 3. Estudio AHP	165
Lomo.....	167
Contraportada	168



Resumen

Los sistemas de producción extensivos o semi-extensivos de cerdos de razas autóctonas y sin explotar de diferentes regiones de Europa, como el “Porc Negre Mallorquí” (PNM), el “Cinta Senese” (CS), el “Noir de Bigorre” (NB), el “Krškopolje prašič” (KRS) y el “Turopolje” (TP), están siendo cada vez más raros y en peligro de extinción. Estas razas se caracterizan por un alto grado de rusticidad y adaptación a las condiciones climáticas extremas, siendo esto una fortaleza para su conservación. En este contexto, el enfoque del presente estudio se dirigió hacia la necesidad de responder a la demanda actual de los consumidores, en cuanto a encontrar productos cárnicos de calidad, saludables, con identidad regional, y a la demanda social para la preservación del medio ambiente y así apoyar a la sostenibilidad de la economía de las cadenas de producción local, mediante la identificación de nuevos nichos de mercado. Para conseguir este enfoque, la investigación se dividió en tres objetivos:

El primer objetivo fue determinar la aceptabilidad de los productos de cerdo tradicionales (T) e innovadores (IT) por parte de los consumidores europeos, teniendo en cuenta también la influencia de las propiedades sensoriales. Las pruebas se realizaron en las ciudades de Barcelona, Bolonia, Toulouse y Zagreb, con productos de las razas porcinas autóctonas PNM (hamburguesas enriquecidas con fibra (setas *porcini*) y antioxidantes (arándanos)), CS (salchichas fermentadas con antioxidante natural), NB (jamones curados con un período más largo de maduración) y TP (jamones curados, con menos tiempo de salado y menos tiempo de ahumado), respectivamente. Un total de 487 consumidores participaron en los cuatro estudios, en el rango de 121-124 consumidores por ciudad. En todos los casos de estudio se utilizó el mismo diseño y se analizaron los productos tradicionales e innovadores de la región, junto con el producto convencional y Premium. El consumidor seleccionado tenía que cumplir con unos criterios comunes: i) debía consumir carne de cerdo de forma regular, ii) debía ser responsable de la compra de alimentos en casa, y iii) tener entre 18 y 75 años. Se solicitó a los consumidores que evaluaran los productos en una prueba sensorial de tres fases. El alcance metodológico, se



basó en el modelo de *expectancy-disconfirmation* y la teoría de la asimilación (test *blind, expected and informed*). Todos los consumidores tuvieron un comportamiento similar: mayores expectativas de los productos T e IT diferenciándolos significativamente del resto de productos, excepto en el test realizado en Barcelona, probablemente porque los consumidores de esta ciudad no estaban familiarizados con el sistema de producción del PNM. En cuanto a la innovación en los productos tradicionales, basados en productos más saludables y en la innovación en los procesos, se resaltó la necesidad de proveer la información sobre la raza y el sistema de producción, pero se concluyó que la calidad sensorial tuvo un papel altamente significativo en las preferencias de los consumidores.

El segundo objetivo de este estudio fue mejorar las hamburguesas de carne de PNM con un ingrediente vegetal y local, el fruto (RC) de la rosa mosqueta (*Rosa canina* L), como un antioxidante natural (vitamina C y α -tocoferol), en su composición y sus atributos sensoriales. Se prepararon cinco tipos de hamburguesas (100 g) con dos niveles de grasa (23 y 15% de grasa): Control (T₁) Carne PNM más 0.03 g de ácido ascórbico, (T₂) 1.5g RC, (T₃) 3g RC, (T₄) 1.5 g de RC más 0.03 g de ácido ascórbico y (T₅) 3 g de RC más 0.03 g de ácido ascórbico. Los resultados sugirieron que las hamburguesas con un 15% de grasa pueden ser consideradas mejores nutricionalmente, que las que tenían un 23% de grasa (menos grasa, más α -tocoferol). Las hamburguesas que contenían RC presentaron cantidades similares de vitaminas C y E y significativamente superiores respecto al control. Los resultados, proporcionados por un panel sensorial de 8 miembros, indicaron que los tratamientos de RC combinados con ácido ascórbico podrían enmascarar los sabores desagradables (WOF) de las hamburguesas en condiciones de oxidación, por lo que ésta podría ser una buena alternativa para la industria alimentaria. Además, el sabor RC no mostró diferencias significativas y las puntuaciones recibidas por este atributo fueron bajas, lo que sugiere que el extracto del RC no influyó negativamente en el sabor, ni en la textura de las hamburguesas. Sin embargo, se recomienda probar diferentes concentraciones del extracto del escaramujo e identificar cuál es la dosis máxima para usarlo



como ingrediente funcional, en la formulación de las hamburguesas, sin afectar negativamente en las características físicas, sensoriales y microbiológicas del producto final.

El tercer objetivo fue evaluar la viabilidad potencial de las estrategias de marketing, para proporcionar a las partes interesadas de toda la cadena (*stakeholders*), pautas para crear o mejorar el valor agregado y satisfacer las demandas del mercado. Su sostenibilidad se evaluó utilizando la técnica de *Focus Groups World Café* combinada con un proceso Jerárquico Analítico, con la participación de 60 *stakeholders* que representaban cinco sistemas porcinos locales de varias regiones europeas: PNM, CS, NB, KRS y TP. Los resultados mostraron que las estrategias propuestas podrían ser diferentes en algunos aspectos dependiendo de cada sistema de producción. Entre éstos, diversificar la producción hacia productos innovadores de calidad y potenciar la estandarización de la producción y las denominaciones de origen IGP o DOP contribuirían a la sostenibilidad de estas cadenas. También se consideraron como estrategias eficaces transmitir la historia que hay detrás de los productos y enfatizar en sus propiedades más saludables. En cuanto a la promoción, debería hacerse mejorando el conocimiento de estos sistemas locales y haciendo más visibles los productos a través de las relaciones públicas incluyendo eventos gastronómicos y la colaboración con el sector HORECA y turístico en general, en las tiendas de productos selectos (Premium) y en las de alimentación local. Una mejora en la presentación de los productos y el mantenimiento de los precios en un segmento Premium ayudaría indirectamente al sector primario.

Para concluir, otros sistemas de producción de cerdo de razas autóctonas más desarrollados podrían representar una fuerte competencia, por lo que es de suma importancia la identificación y trazabilidad efectiva de los productos cárnicos de las razas porcinas autóctonas a lo largo de toda la cadena de producción. Finalmente, toda la cadena debe poner mayor énfasis en destacar el pastoreo, el origen de los cerdos y sus productos derivados, y la cooperación sostenible entre granjas, empresas e instituciones.



Resum

Els sistemes de producció extensius o semi-extensius de porcs de races autòctones i sense explotar de diferents regions d'Europa, com el “Porc Negre Mallorquí” (PNM), el “Cinta Senese” (CS), el “Noir de Bigorre” (NB), el “Krškopolje prašič” (KRS) i el “Turopolje” (TP), són cada vegada més rars i es troben en perill d'extinció. Aquestes races es caracteritzen per un alt grau de rusticitat i adaptació a les condicions climàtiques extremes, sent això una fortalesa per a la seva conservació. En aquest context, l'enfocament del present estudi es va dirigir cap a la necessitat de respondre a la demanda actual dels consumidors, quant a trobar productes carnis de qualitat, saludables, amb identitat regional, i a la demanda social per a la preservació del medi ambient i així donar suport a la sostenibilitat de l'economia de les cadenes de producció local, mitjançant la identificació de nous nínxols de mercat. Per a aconseguir aquest enfocament, la recerca es va dividir en tres objectius:

El primer objectiu va ser determinar l'acceptabilitat dels productes de porc tradicionals (T) i innovadors (IT) per part dels consumidors europeus, tenint en compte també la influència de les propietats sensorials. Les proves es van realitzar a les ciutats de Barcelona, Bolonya, Tolosa i Zagreb, amb productes de les races porcines autòctones PNM (hamburgueses enriquides amb fibra (ceps) i antioxidants (nabius)), CS (salsitxes fermentades amb antioxidant natural), NB (pernils curats amb un període més llarg de maduració) i TP (pernils curats amb menys temps de salat i menys temps de fumat), respectivament. Un total de 487 consumidors van participar en els quatre estudis, en el rang de 121-124 consumidors per ciutat. En tots els casos d'estudi es va utilitzar el mateix disseny i es van analitzar els productes tradicionals i innovadors de la regió, juntament amb el producte convencional i Premium. El consumidor seleccionat havia de complir amb uns criteris comuns: i) havia de consumir carn de porc de manera regular, ii) havia de ser responsable de la compra d'aliments a casa, i iii) tenir entre 18 i 75 anys. Es va sol·licitar als consumidors que avaluessin els productes en una prova sensorial de tres fases. L'abast



metodològic es va basar en el model d' *expectancy-disconfirmation* i la teoria de l'assimilació (test *blind, expected and informed*). Tots els consumidors van tenir un comportament similar: majors expectatives dels productes T i IT diferenciant-los significativament de la resta de productes, excepte en el test realitzat a Barcelona, probablement perquè els consumidors d'aquesta ciutat no estaven familiaritzats amb el sistema de producció del PNM. Quant a la innovació en els productes tradicionals, basats en productes més saludables i en la innovació en els processos, es va ressaltar la necessitat de proveir la informació sobre la raça i el sistema de producció, però es va concloure que la qualitat sensorial va tenir un paper altament significatiu en les preferències dels consumidor.

El segon objectiu d'aquest estudi va ser millorar les hamburgueses de carn de PNM amb un ingredient vegetal i local, el fruit (RC) de la rosa canina (*Rosa canina* L), com a antioxidant natural (vitamina C i α -tocoferol), en la seva composició i els seus atributs sensorials. Es van preparar cinc tipus d'hamburgueses (100 g) amb dos nivells de greix (23 i 15% de greix): Control (T1) Carn PNM més 0.03 g d'àcid ascòrbic, (T2) 1.5g RC, (T3) 3g RC, (T4) 1.5 g de RC més 0.03 g d'àcid ascòrbic i (T5) 3 g de RC més 0.03 g d'àcid ascòrbic. Els resultats van suggerir que les hamburgueses amb un 15% de greix poden ser considerades millors des del punt de vista nutricional, que les que tenien un 23% de greix (menys greix, més α -tocoferol). Les hamburgueses que contenien RC van presentar quantitats similars de vitamines C i E i significativament superiors respecte al control. Els resultats, proporcionats per un panell sensorial de 8 membres, van indicar que els tractaments de RC combinats amb àcid ascòrbic podrien emascarar els sabors desagradables (WOF) de les hamburgueses en condicions d'oxidació, per la qual cosa aquesta podria ser una bona alternativa per a la indústria alimentària. A més, el sabor RC no va mostrar diferències significatives i les puntuacions rebudes per aquest atribut van ser baixes, la qual cosa suggereix que l'extracte del RC no va influir negativament en el sabor, ni en la textura de les hamburgueses. No obstant això, es recomana provar diferents concentracions de l'extracte de la gavarrera i identificar quina és la dosi màxima



per a usar-lo com a ingredient funcional, en la formulació de les hamburgueses, sense afectar negativament les característiques físiques, sensorials i microbiològiques del producte final.

El tercer objectiu va ser avaluar la viabilitat potencial de les estratègies de màrqueting, per a proporcionar a les parts interessades de tota la cadena (*stakeholders*), pautes per a crear o millorar el valor agregat i satisfer les demandes del mercat. La seva sostenibilitat es va avaluar utilitzant la tècnica de *Focus Groups World Cafè* combinada amb un Procés Jeràrquic Analític, amb la participació de 60 *stakeholders* que representaven cinc sistemes porcíns locals de diverses regions europees: PNM, CS, NB, KRS i TP. Els resultats van mostrar que les estratègies proposades podrien ser diferents en alguns aspectes depenent de cada sistema de producció. Entre aquestes, diversificar la producció cap a productes innovadors de qualitat i potenciar l'estandardització de la producció i les denominacions d'origen IGP o DOP contribuirien a la sostenibilitat d'aquestes cadenes. També es van considerar com a estratègies eficaces transmetre la història que hi ha darrere dels productes i emfatitzar en les seves propietats més saludables. Quant a la promoció, hauria de fer-se millorant el coneixement d'aquests sistemes locals i fent més visibles els productes a través de les relacions públiques incloent esdeveniments gastronòmics i la col·laboració amb el sector HORECA i turístic en general, a les botigues de productes selectes (Premium) i a les d'alimentació local. Una millora en la presentació dels productes i el manteniment dels preus en un segment Premium ajudaria indirectament al sector primari.

Per acabar, altres sistemes de producció de porc de races autòctones més desenvolupats podrien representar una forta competència, per la qual cosa és de summa importància la identificació i traçabilitat efectiva dels productes carnis de les races porcines autòctones al llarg de tota la cadena de producció. Finalment, tota la cadena ha de posar major èmfasi a destacar la cria extensiva i amb aliments dels camps, l'origen dels porcs i els seus productes derivats, i la cooperació sostenible entre granges, empreses i institucions.



Abstract

The extensive or semi-extensive production systems of autochthonous and untapped pig breeds from different Europe regions, such as “Porc Negre Mallorquí” (PNM), “Cinta Senese” (CS), the “Noir de Bigorre” (NB), “Krškopolje prašič” (KRS) and “Turopolje” (TP), are becoming rare and in danger of disappearing. These breeds are characterized by a high degree of rusticity and adaptation to extreme climatic conditions, this being a strength for their conservation. In this context, the focus of this study was directed towards the need to respond to the current consumer demand, in terms of finding quality meat products, healthy, with regional identity, and the social demand for the conservation of the environment and thus supporting the sustainability of the economy of local production chains, by identifying new market niches. To achieve this approach, the research was divided into three objectives:

The first aim was to determine the acceptability of traditional (T) and innovative (IT) pig products by European consumers, also taking into account the influence of sensory properties. The tests were carried out in the cities of Barcelona, Bologna, Toulouse and Zagreb, with products of the autochthonous pig breeds PNM (patties enriched with fiber (porcini mushrooms) and antioxidants (blueberries)), CS (fermented sausages with natural antioxidant), NB (cured hams with a longer period of maturation) and TP (cured hams, with less salting time and less smoking time), respectively. A total of 487 consumers participated in the four studies, in the range of 121-124 consumers per city. In all the study cases, the same design was used and the traditional and innovative products of the region were analyzed, together with the conventional and Premium product. The selected consumer had to meet common criteria: i) should consume pig on a regular basis, ii) should be responsible for buying food at home, and iii) be between 18 and 75 years old. Consumers were asked to evaluate the products in a three-phase sensory test. The methodological scope was based on the expectancy-disconfirmation model and the assimilation theory (blind, expected and informed test). All consumers had a similar behavior: higher



expectations of T and IT products significantly differentiating them from other products, except in the test carried out in Barcelona, likely because consumers in this city were not familiar with the PNM production system. Regarding innovation in traditional products, based on healthier products and innovation in processes, the need to provide information on the breed and the production system was highlighted, but it was concluded that sensory quality played a role highly significant in consumer preferences.

The second aim of this study was to improve PNM's meat patties with a local and vegetable ingredient, the fruit (RC) of the rosehip (*Rosa canina* L), as a natural antioxidant (vitamin C and α -tocopherol), in its composition and its sensory attributes. Five types of patties (100 g) were prepared with two levels of fat (23 and 15% fat): Control (T₁) PNM meat plus 0.03 g of ascorbic acid, (T₂) 1.5g RC, (T₃) 3g RC, (T₄) 1.5 g of RC plus 0.03 g of ascorbic acid and (T₅) 3 g of RC plus 0.03 g of ascorbic acid. The results suggested that patties with 15% fat may be considered nutritionally better than those with 23% fat (less fat, more α -tocopherol). The patties containing RC had similar amounts of vitamins C and E and significantly higher than the control. The results, provided by an 8-member sensory panel, indicated that RC treatments combined with ascorbic acid could mask the unpleasant flavors (WOF) of patties under oxidation conditions, so this could be a good alternative for the industry food. In addition, the RC flavor did not show significant differences and the scores received by this attribute, which suggests that the RC extract did not negatively influence the flavor or the texture of the patties. However, it is recommended to test different concentrations of rosehip extract and identify the maximum dose to use it as a functional ingredient in patties formulation, without negatively affecting the physical, sensory and microbiological characteristics of the final product.

The third aim was to evaluate the potential viability of marketing strategies, to provide the interested parties of the entire chain (stakeholders) with guidelines to create or improve added value and satisfy market demands. Its sustainability was evaluated using a Focus Groups World



Café technique combined with a Hierarchical Analytical process, with the participation of 60 stakeholders representing five local pig systems from various European regions: PNM, CS, NB, KRS and TP. The results showed that the proposed strategies could be different in some aspects depending on each production system. Among these, diversifying production towards innovative quality products and promoting the standardization of production and PGI or PDO designations of origin would contribute to the sustainability of these chains. They were also considered effective strategies to take the story behind the products and emphasize their healthier properties. Regarding promotion, it should be done by improving knowledge of these local systems, making products more visible through public relations with the HORECA sector, and in select product stores (Premium) and local food stores. An improvement in the presentation of the products and the maintenance of prices in a Premium segment would indirectly help the primary sector.

To conclude, other more developed autochthonous breeds pig production systems could represent strong competition, which is why the identification and effective traceability of the meat products of autochthonous pig breeds throughout the entire production chain is of utmost importance. Finally, the entire chain must place greater emphasis on highlighting grazing, the origin of pigs and their derived products, and sustainable cooperation between farms, companies and institutions.

Capítulo I

Introducción general





I.1 Proyecto TREASURE

(Funded by European Union Horizon 2020, Grant agreement Nº 634476)

Razas porcinas autóctonas europeas

El Proyecto europeo en el cual se basan las investigaciones de la presente Tesis, lleva por título: Diversidad de las razas porcinas autóctonas, sistemas de producción para productos tradicionales de alta calidad y cadenas de producción de carne de cerdo sostenibles (acrónimo: TREASURE), (Horizon 2020 Programme, 2015).

Este proyecto se basa en actividades de investigación e innovación (*Research and Innovation Action, RIA*), en beneficio de las cadenas de producción de carne de cerdo sostenible, basadas en razas de cerdos autóctonos europeos y sus sistemas de producción. Además, se enfoca en potenciar el valor agregado de los productos tradicionales con identidad regional, a través de productos innovadores y saludables e identificar nuevos nichos de mercado.



El objetivo del proyecto fue mejorar el conocimiento, habilidades y competencias necesarias para desarrollar cadenas de producción porcinas sostenibles existentes, así como crear otras nuevas, basadas en razas porcinas autóctonas europeas. El proyecto incluía diversos Paquetes de Trabajo, *Work packages* (WP) que constaban de varios objetivos (Figura 1).

- Descripción y evaluación de razas porcinas autóctonas, profundizando en aquellas poco estudiadas desde el punto de vista genético y de explotación de sus productos (WP1).



- Producción de razas porcinas autóctonas en diferentes condiciones agro-geo-climáticas y sistemas de producción. Se centró en estrategias de alimentación y manejo de los cerdos y el uso de fuentes locales de alimentación (WP2).
- Descripción y evaluación de la calidad intrínseca de los productos porcinos regionales tanto tradicionales como nuevos, de alta calidad y actitudes de los consumidores de diversas áreas de mercado; en particular los motivos por lo que los eligen y quieren pagar dichos productos (WP3).
- Análisis y estrategias de mercado del Coste / Beneficio de canales de cadenas cortas de distribución (WP4).

Todas las actividades se enfocaron desde las perspectivas de la sostenibilidad, impacto ambiental, bienestar animal, calidad del producto, aceptabilidad del consumidor y potencial de mercado.

La finalidad es potenciar las redes existentes y crear nuevas redes entre los socios de investigación y no investigación (granjeros, industria, minoristas, instituciones públicas, Hoteles, Restaurantes y Catering (HORECA) y consumidores), dentro y entre las regiones europeas, y abordar la cadena de valor de los productos regionales de carne de cerdo de alta calidad, centrándose en las diversas razas de cerdos, sus sistemas de producción y sus productos.

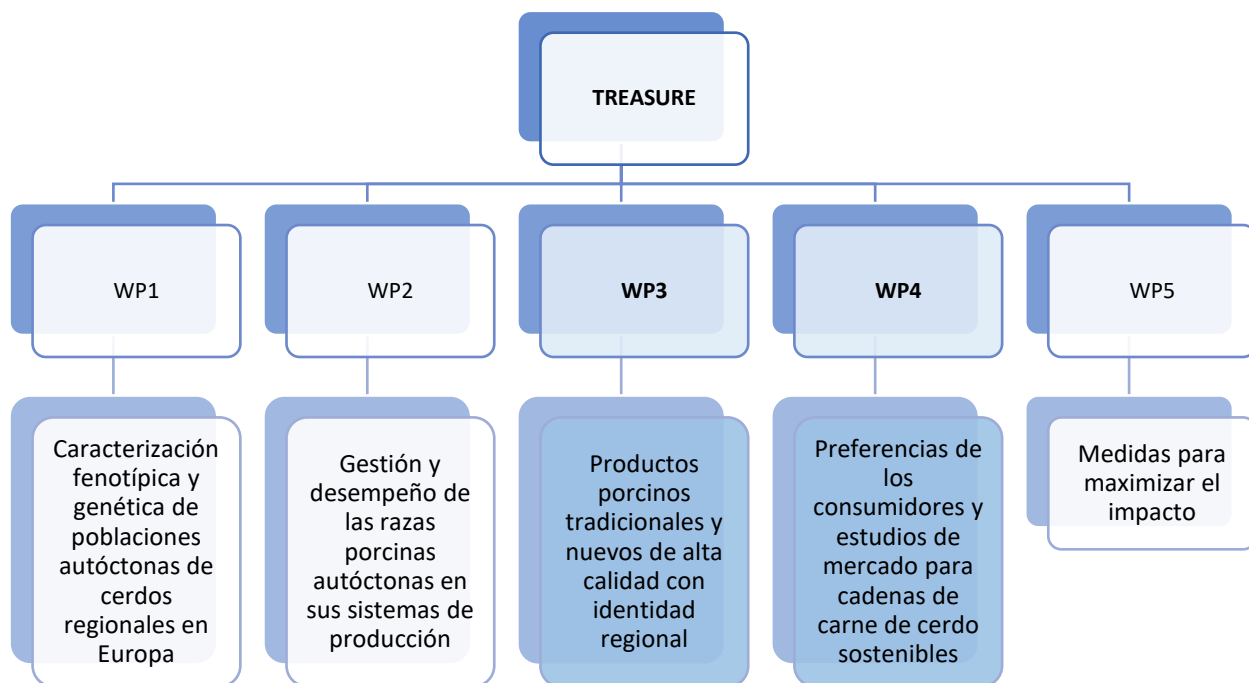


Figura 1. Work packages del proyecto TREASURE

Los objetivos principales del *work package* 3 y 4 desarrollados en la tesis, se describen a continuación:

WP3: Productos porcinos tradicionales y nuevos, de alta calidad, con identidad regional

- Caracterizar la calidad intrínseca, los beneficios para la salud de una variedad de productos porcinos de diversos sistemas de producción de razas de cerdos autóctonos europeos.
- Introducir innovaciones en los productos porcinos tradicionales con el objetivo de desarrollar productos nuevos o redescubrir productos de alta calidad intrínseca y que sean beneficiosos para la salud y buscar nuevos nichos de mercado.
- Identificar vínculos entre la calidad del producto con la raza de cerdo autóctona, los recursos de alimentación, la gestión, las técnicas de procesamiento, el «*know-how*» y el patrimonio cultural.
- Evaluar la aceptabilidad de los consumidores de productos porcinos tradicionales innovadores y de alta calidad de razas de cerdos autóctonos sin explotar en diferentes áreas de mercado.



- Implementar la base de datos sobre rasgos de calidad de la canal y la carne para sostener un mayor desarrollo de los programas de mejoramiento en razas autóctonas.

WP4: Preferencias de los consumidores y estudios de mercado para cadenas de carne de cerdo sostenibles

- Analizar los costos y beneficios (privados y públicos) de los sistemas de producción a lo largo de la cadena alimentaria basados en razas de cerdos autóctonos y sin explotar genéticamente.
- Evaluar las actitudes y preferencias de los consumidores, los motivos, la disposición a pagar por los productos de cerdo de las razas porcinas autóctonas.
- Evaluar estrategias de mercado para estimular las ventas de productos porcinos locales.

La conservación sostenible de las razas porcinas autóctonas y las cadenas locales podría lograrse en parte destacando las propiedades intrínsecas y extrínsecas de alta calidad de los productos, derivados de ellos y promoviendo su consumo por nichos de mercado específico (Kallas et al., 2019). El apoyo a la conservación de la biodiversidad para las generaciones futuras es clave para el desarrollo sostenible.

Las investigaciones de esta Tesis doctoral se centran básicamente dentro del WP3 y el WP4 de este proyecto. A continuación, se presentan las razas estudiadas en todos los diversos WP del proyecto TREASURE (Figura 2).



Krškopolje Pig
(Eslovenia)



Bísaro
(Portugal)



Alentejano
(Portugal)



Schwäbisch-Hällisches
Schwein (Alemania)



Moravka
(Serbia)



Swallow-Belly Mangalista
(Serbia)



Turopolje
(Croacia)



Black Slavonian
(Croacia)



Ibérico
(España)



Porc Negre Mallorquí
(España)



Gascón
(Francia)



Basque
(Francia)



Mora Romagnola
(Italia)



Apulo Calabrese
(Italia)



Cinta Senese
(Italia)



Nero Casertano
(Italia)



Sarda
(Italia)



Nero Siciliano
(Italia)



Lithuanian Indigenous
Wattle (Lituania)



Lithuanian White
(Lituania)

Figura 2. Razas de cerdos autóctonas estudiadas en el proyecto TREASURE



I.1.1 Ganadería sostenible, el bienestar animal y su relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

En el año 2015 varios jefes de Estado y Gobierno de distintos países que forman parte de Naciones Unidas, se reunieron en la Cumbre de Desarrollo Sostenible y elaboraron la Agenda 2030 que contiene los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), aprobada en la Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible en Nueva York, en septiembre de 2015. Los 17 ODS son metas que garantizarán un futuro mejor para todos (Da Silva, 2015).

En esta Tesis se ha trabajado con razas de cerdos autóctonos y sistemas de producción de alimentos locales, lo cual encaja con algunos de los ODS de la OMS que se comentan a continuación:

La ganadería tiene un efecto directo sobre el ODS 13- Acción por el clima, y los efectos del cambio climático tienen consecuencias sobre la casi totalidad de los objetivos. Sin embargo, el ODS 2- Hambre Cero, considera al sector alimentario y el sector agrícola como sectores claves para el desarrollo, y vitales para la eliminación del hambre y la pobreza. Una gestión responsable puede alimentar a todo el planeta, generar beneficios, desarrollar las comunidades locales y rurales y proteger el medio ambiente (Monfort-Bedoya & Villagra-García, 2018). El objetivo del consumo y la producción sostenible es hacer más y mejor con menos recursos. El ganado es especialmente adecuado para aprovechar al máximo las praderas que no son aptas para cultivos. Al criar ganado en esta tierra, los agricultores duplican la cantidad de tierra que es útil para cultivar alimentos. Además, los desechos animales tienen nutrientes valiosos que se reciclan para mejorar la salud del suelo. Si bien la escasez de recursos hídricos, junto con la mala calidad del agua y el saneamiento inadecuado, pueden repercutir en la seguridad alimentaria, una granja sostenible puede desarrollar sistemas de reciclaje del agua, mejorar las plantas de tratamiento de agua e implementar nuevas tecnologías sostenibles.



El ODS 3- Salud y bienestar-considera fundamental garantizar una vida saludable y promover el bienestar universal. Para la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (ONUAA) o más conocida como FAO, la salud va más allá de la salud humana; la salud animal, vegetal y ambiental también forman parte del enfoque “*One Health*”. Los animales sanos contribuyen a conseguir personas saludables y a la producción sostenible de alimentos. La FAO promueve las mejores prácticas destinadas a hacer que la producción animal sea eficiente y sostenible, al tiempo que protege la salud pública y garantiza el comercio seguro. El programa de la FAO tiene en cuenta entre otras relaciones con la salud y el bienestar animal, la utilización responsable de los recursos genéticos animales y la nutrición y alimentación animal sostenibles (FAO, 2021). En este contexto, una granja responsable y sostenible es clave. Los beneficios de una mejor salud y bienestar animal son muy importantes para conseguir los objetivos planteados en los ODS 2 y 3. Un bienestar animal deficiente está directamente relacionado con pérdidas de producción debidas a un crecimiento deficiente, enfermedades y lesiones. Una mejora del bienestar de los animales permite una mejora en la productividad y aumentar la seguridad alimentaria. Los buenos resultados en materia de salud y bienestar de los animales implican un buen alojamiento de los animales, una buena alimentación, una buena salud y un comportamiento natural (Monfort-Bedoya & Villagra-García, 2018).

La FAO trabaja para mejorar la contribución del sector pecuario a los ODS, apoyando la transformación de los sistemas de producción animal pequeños y grandes, de forma que sean sostenibles desde un punto de vista económico, social y ambiental (FAO, 2021). En este sentido, el Proyecto TREASURE, financiado por la Unión Europea, dentro del Programa de investigación Horizon 2020, se alineó perfectamente con los ODS y con el Nuevo Reto Europeo (*GREEN DEAL 2030*) (Figura3).



Figura 3. Esquema de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (ONU, 2015).

1.2 Producción porcina de razas autóctonas en Europa.

Después de la Segunda Guerra Mundial, los sistemas agrícolas en la sociedad occidental europea emprendieron una "estrategia industrial" de intensificación, especialización y producción a gran escala. También se produjo el mismo fenómeno en USA y en algunos países de Centro y Sudamérica (p. ej. Brasil).

La agricultura y el desarrollo sostenible se refieren a la necesidad de minimizar la degradación del suelo y maximizar a su vez la producción. La sostenibilidad es función de las características naturales del sistema y las presiones e intervenciones que sufre, así como aquellas intervenciones sociales, económicas y técnicas que se hacen para contrarrestar presiones negativas, destacando la resiliencia del sistema (Martínez, 2009; Ruiz, 2021).

Los sistemas de cría de animales impulsados por el capital llevaron al abandono de muchas razas de cerdos (y otras especies de ganado), que no fueron rentables y algunas de ellas están ahora en declive e incluso en peligro de extinción. En el contexto de la preservación de la diversidad biótica, el interés por las razas autóctonas ha revivido en los últimos años (Mendelsohn, 2003) ya que es importante para la biodiversidad.



Este es uno de los puntos críticos para el futuro, porque la mayoría de las razas autóctonas actualmente no se gestionan de forma autosostenible y dependen del apoyo financiero de los gobiernos, con sus programas de preservación de razas. Sin embargo, según Hiemstra et al. (2010), la mejor estrategia de conservación es la que hace que la raza sea autosuficiente sin el uso de subsidios externos.

Teóricamente, la condición autosostenible de una raza porcina local debería ser alcanzada por la explotación (venta) de productos caracterizados por un agregado adicional (valor), que a cambio asegure la cría de un número suficiente de animales para tener una adecuada diversidad genética (Bozzi & Croveti, 2013). No obstante, esta condición rara vez se alcanza en las razas autóctonas de cerdos, y la intervención de los organismos públicos a menudo se considera esencial para su preservación (Signorello & Pappalardo, 2003).

Europa está apoyando medidas que estimulen y potencien el valor añadido de los productos de los cerdos de razas autóctonas y de esta manera ayudar a conservar las razas, que están en peligro de extinción. Un uso sostenible de las razas autóctonas es posible con una mejor explotación de estas razas así como en relación a sus atributos de calidad asociados con sus productos (Kallas et al., 2019). Font-i-Furnols & Guerrero (2014) demostraron que la calidad sensorial de los productos cárnicos, las etiquetas y la información de opciones más convenientes, saludables y respetuosas con el medio ambiente, tiene un rol significativo e importante en las preferencias de los consumidores, a la hora de seleccionar un producto cárnico.

Por lo tanto, las actividades para aumentar el potencial de mercado y el valor de los productos son la estrategia clave en apoyo de la conservación *in situ* de las razas autóctonas (Kallas et al., 2019). Además, es importante recalcar que los sistemas de producción extensivos que caracterizan a estas razas como el Porc Negre de Mallorca, el Cinta Senese, el Gascón–Noir de Bigorre, el Krškopolje prašič o el Turopolje



están alineadas con la sostenibilidad, ya que son un elemento esencial en la conservación y mejora de los sistemas agrícolas locales de alto valor natural (Čandek-Potokar et al., 2019).

La explotación de estas razas autóctonas de cerdos en sus sistemas de producción, que se basan en los recursos de alimentación locales, proporcionando productos con atributos que los consumidores exigen y aprecian es la base de las cadenas sostenibles (Sanz-Cañada & Muchnik, 2016). El potencial económico de estas razas y sus sistemas de producción tradicionales están lejos de ser explotados de manera óptima y representan un desafío y una oportunidad para el sector porcino en el futuro. Por otro lado, la producción intensiva de cerdos a menudo se enfrenta a una mala imagen pública debido al bienestar animal y los problemas medioambientales (Kanis et al., 2003; Roguet et al., 2017), lo que arroja dudas sobre su sostenibilidad.

La carne de cerdo es la carne más consumida en el mundo y en Europa (US Department of Agriculture and USDA Foreign Agricultural Service, 2020). Por lo tanto, se puede esperar que la sostenibilidad futura de los sistemas de producción porcina local dependa básicamente del uso de recursos de alimentación disponibles en el territorio (Bonneau et al., 2014; Godfray et al., 2010) que difieren según las condiciones agroclimáticas.

Las razas autóctonas de cerdos y sus sistemas de producción locales se adaptan mejor a las condiciones y, por lo tanto, además de su valor como recurso genético, representan la oportunidad de desarrollar cadenas de cerdo de valor sostenible, especialmente importantes para las regiones donde la producción de cereales y / o tierra cultivable disponible es limitada (Čandek-Potokar et al., 2018; Herrero et al., 2009).

Las razas autóctonas de cerdos también se basan en sistemas de producción específicos que se ajustan mejor a las expectativas sociales con respecto al medio ambiente (Dourmad & Casabianca, 2013), el bienestar animal y la calidad y salubridad de los alimentos (Verbeke et al., 2010). Los productos de esta clase de cerdos de producción extensiva, que ofrecen a menudo, representan el patrimonio gastronómico



de varias áreas europeas (Figura 4) y tienen una excelente imagen para los consumidores debido a los atributos de calidad típicos, que no se pueden asegurar con cerdos de cría intensiva convencional (Bonneau et al., 2014).

En la actualidad, solo hay unos pocos casos en Europa donde se desarrollaron cadenas de raza de valor porcina utilizando estas razas de cerdos. En este sentido, el proyecto TREASURE (Horizon 2020 Programme, 2015) se basa en un cambio en el paradigma de los sistemas de producción porcina, sugiriendo un desarrollo de cadenas porcinas que residirán en una mejor utilización de los recursos locales (alimentación y razas porcinas). Además, las razas proporcionan productos con atributos relacionados con el sistema de producción extensivo, que son apreciados por los consumidores, lo cual es un activo de estas razas de cerdos ligadas a un territorio y sus productos, con especial calidad sensorial. Estas razas de cerdos involucradas en el proyecto son en su mayor parte sin explotar y, a menudo, en peligro de extinción (Horizon 2020 Programme, 2015).



I.2.1 Razas estudiadas en los WP 3 y 4 del proyecto TREASURE, producidas en tres regiones o áreas geográficas diferentes, en Europa

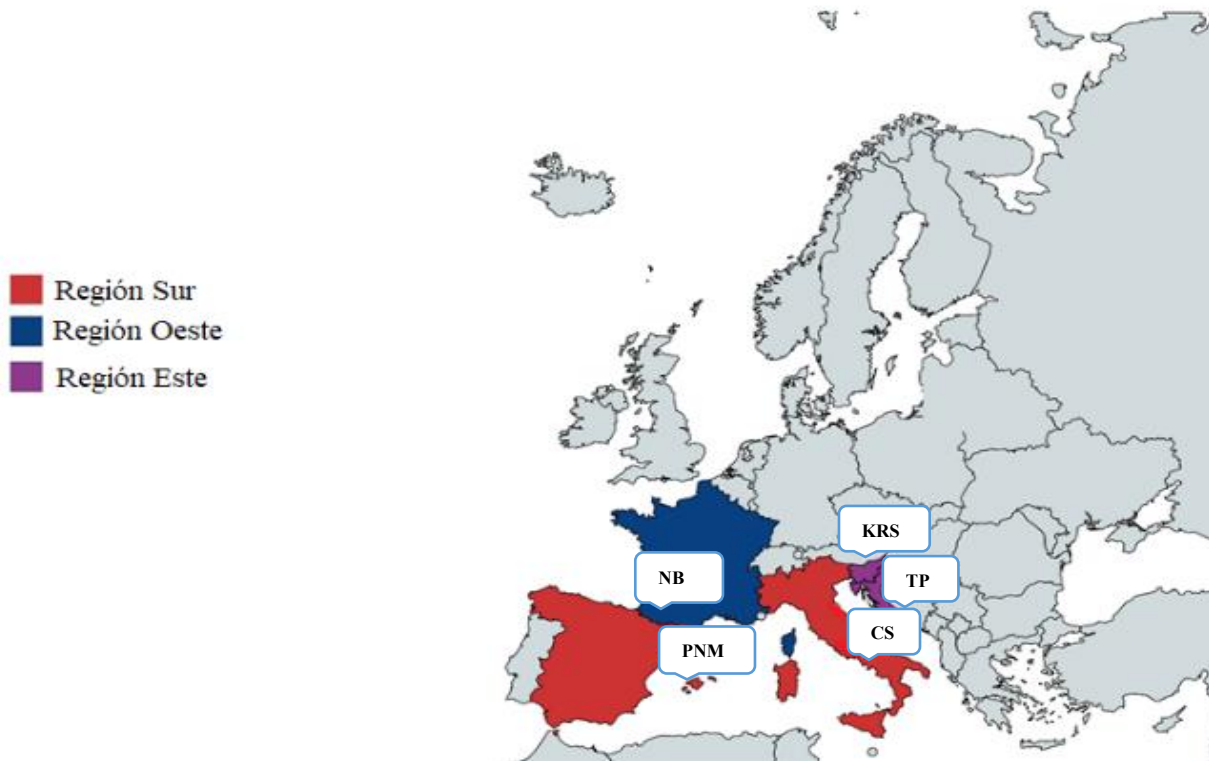


Figura 4. Producción de las razas autóctonas de cerdos de tres regiones o áreas geográficas de Europa: Porc Negre Mallorquí (PNM, Isla de Mallorca), Cinta Senese (CS, Región de la Toscana), Gascón Noir de Bigorre (NB, Región de Altos Pirineos-Occitania), Krškopolje (KRS, Eslovenia) y Turopolje (TP, Región de Turopolje).

Los sistemas locales de producción basados en razas de cerdos autóctonos están amenazados por la producción intensiva (WP4). En este estudio, la aplicación de la técnica de *Focus Group* de *World Café* (WCFG) combinada con un Proceso Analítico Jerárquico (AHP), con la participación de 60 representantes de partes interesadas de todas las cadenas, se utilizó para desarrollar nuevas estrategias de marketing para la sostenibilidad de Porc Negre Mallorquí (PNM, Isla Mallorca), Cinta Senese (CS, Región de la Toscana), Gascón Noir de Bigorre (NB, Región de Altos Pirineos-Occitania), Krškopolje prašič (KRS, Eslovenia) y Turopolje (TP, Región de Turopolje).



El número de animales por cada raza de cerdo se define a continuación: 1023 animales de PNM (Tibau, 2015), 5000 animales de CS (Pugliese et al., 2019), 1600 animales de NB (Mercat et al., 2019), 371 animales de KRS (Batorek-Lukač et al., 2019), 130 animales de TP (Karolyi et al., 2019).

I.2.2 Producción de cerdos en España

La producción de carne de porcino por comunidades autónomas en 2020 se concentró en Cataluña (40,1%), Aragón (18,5 %), Castilla y León (13%), y Castilla-La Mancha (8,1%). En Andalucía y Murcia, se produce en cada una en torno al 7% de la producción de carne (MAPA, 2020).

I.2.3 Producción intensiva de cerdos en la Unión Europea

Los países europeos con más producción intensiva de cerdos en 2019 fueron Alemania (23%) seguido muy de cerca por España (20%) y Francia (10%), y entre ellos representan la mitad de la producción total de la Unión Europea (UE). Otros países muy importantes en la producción porcina fueron Polonia (9%), Holanda (7%), Dinamarca (7%), Italia (6%), y Bélgica (5%), según datos de la Comisión (US Department of Agriculture and USDA Foreign Agricultural Service, 2020). La UE exporta alrededor del 13% de su producción total, siendo Holanda uno de los principales exportadores de la UE, pero también España. La mayor parte de las exportaciones de carne de porcino de la UE se dirigen a Asia Oriental, en particular a China.

I.3 Razas autóctonas porcinas en América

Las razas autóctonas porcinas de Latinoamérica, pertenecen al género *Sus* que comprenden a los cerdos célticos (*Sus scrofa*) provenientes del jabalí europeo, los asiáticos (*Sus vittatus*) y los cerdos ibéricos (*Sus*



mediterraneus) de origen africano e introducidos en todas las regiones del sur de Europa (Ortiz & Sánchez, 2001). Estos últimos, fueron introducidos en América en el segundo viaje de Cristóbal Colón, en 1493 (Pinheiro & Berasategui, 1976) y sucesivos; los españoles y portugueses poblaron de cerdos el resto del continente. Los cerdos ibéricos y los criollos americanos se encuentran históricamente vinculados entre sí; las diferencias morfológicas son producto de más de 500 años de adaptación y de la introducción de otros genotipos (Linares et al., 2011).

Ecotipos Latinoamericanos

Estudiar la morfología externa de los cerdos criollos de diferentes zonas geográficas ha permitido la identificación de grupos étnicos. Para ello se utilizan dos metodologías: la descripción de las faneras (color de capa, de piel, presencia de pelos, forma de orejas, color de pezuñas, etc.) y las medidas zoométricas para la determinación de los estándares de la forma del cuerpo del animal. En la Tabla 1 se presenta la descripción de la morfología externa de ecotipos latinoamericanos.

**Tabla 1.** Descripción de la morfología externa de ecotipos de Cerdo Latinoamericano

País	Ecotipos	Características	Bibliografía
Uruguay	Pampa Rocha	Cerdos negros, con 6 puntos color blanco en las patas, en el hocico y en la cola.	(Vadell, 2000)
	Mamellado	Presenta apéndices colgantes en la base del cuello (mamellas).	(Castro et al., 2004)
México	Pelón Mexicano	Cuerpo negro y lampiño, talla mediana, hocico largo y estrecho.	(Lemus et al., 2003)
	Cuino	Pelo entre rojo y gris, talla pequeña y hocico corto.	(Lemus et al., 2003)
Colombia	San Pedreño	Cuerpo negro con pelo abundante, trompa corta a mediana y perfil entre cóncavo y subcóncavo.	(Pérez, 1989)
	Zungo	Cuerpo negro, con escasa cantidad de pelos, hocico mediano, orejas amplias y caídas, cuerpo cilíndrico, extremidades finas.	(Oslinger et al., 2006)
	Casco de Mula	Cuerpo con pelaje rojo y piel negra, anca caída, patas fuertes y cortas Sindactilia.	(Linares et al., 2011)
Cuba	Lampiña-chinos	Cuerpo negro, hocico largo, con orejas de posición horizontal o en teja, sin pelos.	(Barba & Velázquez, 1998)
	Piau	Cuerpo blanco con crema, con puntos negro o rojos distribuidos uniformemente, cabeza subcóncava, orejas ibéricas o asiáticas.	
Brasil	Caruncho	Cuerpo crema con blanco, rojo y blanco o negro, pelo bien distribuido, cabeza cóncava o subcóncava, orejas asiáticas o ibéricas.	(Castro et al., 2000)
	Mouro	Cuerpo negro con inclusiones de blanco (tordillo), pelo bien distribuido, cabeza subcóncava orejas entre celticas e ibéricas.	(Castro et al., 2000)
	Monteira	Cuerpo negro o marrón, orejas pequeñas y erectas, perfil afilado, cabeza y cuerpo en forma de cuña y hocico largo.	(Castro et al., 2000)
	Pirapetinga	Cuerpo negro o púrpura, comprimido y estrecho, poca musculatura, orejas asiáticas.	(Herrera et al., 1996)
	Nilo	Cuerpo negro, sin pelo o muy fino, cabeza subcóncava, orejas ibéricas, lampiñas y finas.	(Castro et al., 2000)
	Canastro	Cuerpo negro o rojo en la parte superior, pelos oscuros y tupidos, cabeza cóncava orejas celticas.	(Castro et al., 2000)
	Tatu	Cuerpo negro, pocos pelos, cabeza subcóncava y orejas asiáticas.	(Castro et al., 2000)
	Casco de Mula	Sindactilia.	(Castro et al., 2000)



I.4 Razas autóctonas porcinas de Europa

En el presente trabajo de tesis se realizaron tres estudios principales con razas porcinas autóctonas europeas relacionados con i) Las expectativas y el gusto o inclinación de los consumidores por los productos porcinos tradicionales e innovadores; ii) la innovación en productos cárnicos más saludables; iii) estrategias de marketing para la autosostenibilidad de razas porcinas autóctonas de diferentes regiones de la UE: un enfoque mixto utilizando el método *World Café* (WC) combinado con un *Analytical Hierarchical Process* (AHP).

Las cinco razas autóctonas de las diferentes regiones de Europa, en las que se basaron estas investigaciones fueron: Porc Negre Mallorquí (PNM, Isla Mallorca), Cinta Senese (CS, Región de la Toscana), Gascón Noir de Bigorre (NB, Región de Altos Pirineos-Occitania), Krškopolje prašič (KRS, Eslovenia) y Turopolje (TP, Región de *Turopolje*). En el primer estudio se realizaron estudios de consumidores con cuatro razas autóctonas (PNM, CS, NB y TP). En el segundo estudio se elaboraron hamburguesas innovadoras con la carne del PNM y un fruto mediterráneo local (escaramujo, fruto de la *Rosa canina* L). Finalmente, en el tercer estudio se realizaron diferentes *Focus Group* con los cinco sistemas de producción de PNM, CS, NB, KRS y TP.

I.4.1 Porc Negre Mallorquí (PNM)

El Cerdo Negro Mallorquín (PNM o *Majorcan Black pig*, MBP) es una raza de la isla de Mallorca, en el mar Mediterráneo, sin explotar desde el punto de vista genético. Se caracteriza por su rusticidad y adaptación a las condiciones climáticas Mediterráneas (Jaume et al., 2008) .



Figura 5. Porc Negre Mallorquí

Debido a su alto grado de rusticidad, es adecuada para sistemas de producción extensivos. El PNM está catalogado como una raza en peligro de extinción (Tibau et al., 2019).

Historia: La existencia de ganado porcino y el consumo de carne de cerdo en Mallorca data del período de los primeros pobladores, aproximadamente 3500 a C.

Definición del Sistema de producción local y sostenibilidad: **El PNM se gestiona de una forma extensiva** y las condiciones de alimentación están basadas en pasturas, cereales, semillas de leguminosas, higos, almendras, bellotas y varios arbustos mediterráneos (Jaume et al., 2008). Moya et al. (2012) señalaron que la producción del PNM está directamente ligada a la explotación de la producción agrícola. Además, estos autores observaron que los forrajes tienen un valor económico como recurso para la alimentación del PNM y su valor ambiental y social es ampliamente reconocido. El aprovechamiento de los forrajes tiene un claro impacto económico en la producción del cerdo negro mallorquín y por tanto en su sostenibilidad.

Morfología: El PNM es una raza rústica, de tamaño mediano, con un alto porcentaje de tejido graso, color de piel negro o gris, borlas en el cuello, orejas colgantes, apéndices colgantes en la base del cuello (“mamelles”) y un perfil nasal cóncavo (Tibau et al., 2019) (Figura 5).

Caracterización de la calidad de la carne y grasa: En cuanto a las variables de la calidad de la carne, el valor medio del pH fue de 5.89 (post mortem) en el músculo *Longissimus lumborum* y está clasificada como una carne oscura, en relación a la carne de cerdos producida en intensivo y de razas convencionales



(Gonzalez et al., 2007). Los principales ácidos grasos fueron representados por 39.3% de saturados, 49.7% de monoinsaturados y 11% de poliinsaturados (Gonzalez et al., 2009).

Programa de conservación y estrategias de mejoramiento: Se ha planteado un método de conservación de la raza por su utilización en la elaboración de los productos tradicionales de calidad. La Asociación de los Ganaderos de PNM ha diseñado un plan de conservación de la raza que incluye el plan de mejora y una serie de actuaciones de apoyo (Jaume, 2017). Estas actuaciones han sido diversos estudios, con la participación de Serveis de Millora Agraria i Pesquera (SEMILLA, Departament d'Agricultura de les Illes Balears).

Parámetros productivos: se estima que se venden anualmente alrededor de 2000 lechones como "porcella", que es aproximadamente el 15% de los lechones producidos por año. Las granjas que crían PNM (n = 61) se encuentran en toda la isla de Mallorca. Aunque las áreas de producción tradicionales están cerca del mar mediterráneo debido a la vegetación específica, más del 60% de los animales se encuentran en el sureste de la isla, lo que corresponde a la zona de mayor producción de cereales; la mayoría de las granjas tienen actividades agrícolas complementarias (Figura 6).

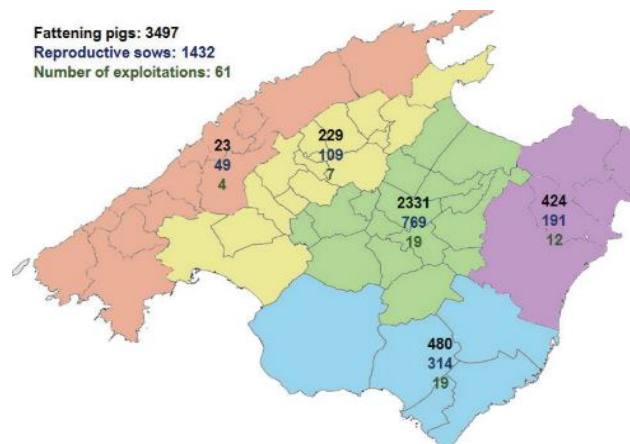


Figura 6. Distribución de las explotaciones de producción de PNM por municipios (excluidas las explotaciones que se han dedicado exclusivamente al engorde). * El número máximo de fincas en un municipio es 12 (Associació de Ramaders de Porc Negre Mallorquí Selecte, 2018; Tibau et al., 2019).



Productos: El principal producto elaborado emblemático del PNM es la “Sobrassada” de Mallorca de Porc Negre (Figura 7).

Se conoce desde la edad media, pero hasta el siglo XVII no se convirtió en uno de los alimentos más reconocidos de Mallorca. El nombre “Sobrassada” proviene del verbo “salpresar”, el cual proviene del latín *salpressare*, compuesto de sal, salis y pressare (prensar, apretar, comprimir). La sobrassada goza del reconocimiento de una indicación geográfica protegida (IGP) desde el año 1994. Se produce con un 60% de carne y un 40% de grasa subcutánea, aproximadamente de animales de raza pura; se mezcla con otros ingredientes dentro de una tripa natural y se deja en secaderos con 8-15°C y una humedad de entre 60 y 85% (Gonzalez et al., 2007). Otro producto es el lechón mallorquín “Porcella” (Figura 7). Se define la IGP (Indicación Geográfica Protegida) como el nombre de una región utilizada para designar un producto agrícola o alimentario originario de esta zona geográfica, que tenga calidad o característica que le pueda atribuir al área geográfica. El producto se tiene que producir, transformar y elaborar en esta zona (Jaume, 2017).



a.



b.



c.

Figura 7 . Productos principales de PNM: **a.** y **b.** Sobrassada de “Porc Negre Mallorquí”, **c.** “Porcella”.

I.4. 2 Cinta Senese (CS)



Figura 8. Cinta Senese

Cinta Senese (CS), es una raza de cerdo autóctona de la Toscana, en Italia, caracterizada por su robustez, rusticidad y adaptación al territorio, y que está al borde de la extinción (Pugliese et al., 2013).

Historia : La raza CS tiene orígenes antiguos, como lo demuestra su presencia en el fresco del "Buon Governo" de Ambrogio Lorenzetti que se encuentra



en la Sala del Consiglio dei Nove del Palazzo Pubblico de Siena (ANAS, 2013). Casi todos los criadores de Cinta Senese son parte del Consorcio de Protección de la Cinta Senese que obtiene la denominación de origen protegida (DOP) de carne fresca, exclusivamente para cerdos nacidos, criados y sacrificados en la Toscana, y que se derivan del apareamiento de sujetos registrados en el Registro de la Cinta Senese tipo genético.

Definición del sistema de producción local y sostenibilidad: Conforme con la regla DOP, después del cuarto mes de edad, durante el cual los lechones pueden recibir suplementos alimenticios diarios (sin exceder el 2% del peso vivo), los animales deben criarse en condiciones extensivas. Además, el 60% de los componentes del alimento deben provenir del área geográfica de producción (Pugliese et al., 2019).

Morfología: El CS es un cerdo de tamaño mediano, con un esqueleto ligero pero sólido. La piel y las cerdas son negras, excepto por una banda blanca que rodea el tronco a la altura de los hombros, incluidas las extremidades anteriores. La cabeza es de tamaño mediano con orejas dirigidas hacia adelante y hacia abajo. Las extremidades son delgadas pero sólidas (Figura 8).

Programa de conservación y estrategias de mejoramiento: Las granjas de cerdos Cinta Senese se encuentran en toda la región de la Toscana, incluso en la provincia de Siena. Las cerdas se crían principalmente al aire libre. El engorde siempre se realiza al aire libre, con diversos grados de intensificación. El bosque, cuando está presente, se utiliza para el pastoreo durante todo el año por los ganadores. Finalmente, las granjas con muchos animales, incluso cuando tienen una gran superficie disponible, dedican una parte muy pequeña de la tierra para la cría, el monitoreo y la conservación.

Parámetros productivos: La edad de sacrificio es de 54.3 meses en promedio.

Caracterización de la calidad de carne y grasa: La calidad de la materia prima de la raza Cinta Senese representa un punto fuerte del sistema. Las características sensoriales de la carne, están influenciadas principalmente por la composición de los ácidos grasos del tejido adiposo, la genética del animal y también por la dieta. La reproducción extensiva, si se práctica con la explotación racional de los recursos



forestales (bellota y castaño), puede conducir al desarrollo de aromas favorables y, por lo tanto, a productos con excelentes propiedades sensoriales.

Productos: Los principales embutidos son jamón curado, salami Toscano (Figura 9), Panceta, Lardo y *Capocollo*. La combinación de sus características cárnicas intrínsecas, las estrategias de alimentación y su vínculo ancestral con el territorio le ha valido a la raza una DOP en carne fresca desde 2012 (Pugliese & Sirtori, 2012).



Figura 9. Salami Toscano



I.4.3 Gascón (NB)-Noir de Bigorre



El Gascón es una raza autóctona de cerdo doméstico que ha sobrevivido al pie de las montañas de los Pirineos en el suroeste de Francia. El Gascón es una raza resistente y de crecimiento lento, capaz de vivir al aire libre durante todo el año (Mercat et al., 2019).

Historia: Esta raza de cerdos ya estaba presente en esta región desde la antigüedad, se encontraron

Figura 10. Gascón (NB)

rastros del período galorromano. Su producción disminuyó durante la segunda parte del siglo XX hasta sólo 34 cerdas y 2 jabalíes registrados en 1981. Sin embargo, un grupo de granjeros, carniceros y procesadores de cerdo, con la ayuda de asesores técnicos, se reunieron con el objetivo de revivir la raza Gascón y sus productos de alta calidad (Noir de Bigorre) (Mercat et al., 2019).

Definición del sistema de producción local y sostenibilidad: Los cerdos Gascón producidos en el sistema de producción local (cadena de carne de cerdo Noir de Bigorre) se crían al aire libre en condiciones extensivas al menos durante un período de finalización de 6 meses.

Morfología: Los animales tienen una forma cilíndrica con extremidades delgadas y resistentes, la piel negra y son de pelo negro, con el pelo más grueso en la franja dorsal que termina en un remolino en la grupa al lado de un mechón en la parte superior de la espalda. La alimentación es de hierba y frutos (bellotas, castañas) según la temporada (Figura 10).

Programa de conservación y estrategias de mejoramiento: Se desarrolló un programa de conservación de razas con la ayuda de IFIP (*Institut du porc—French Institute*) y la cámara agrícola local. Actualmente hay 64 granjas registradas de cerdos Gascón con 1423 cerdas reproductoras y 177 machos reproductores en el último informe disponible (el año 2017). Las granjas están relacionadas con *la*



Association des Eleveurs de Porcs Gascons des Hautes Pyrénées (AEPGHP), se adhieren al *Consortium du Noir de Bigorre (CNB)* o la *Association National de Sauvegarde du Porc Gascon (ANSPG)*. En 2002, el CNB inició el proceso para un mayor registro de sus productos como etiqueta de calidad (DOP).

En 2015, el lomo fresco “Noir de Bigorre” y los jamones curados “Noir de Bigorre”, producidos a partir de cerdos Gascón, obtuvieron la etiqueta francesa AOC (*Appellation d'Origine Contrôlée*), que es el paso nacional hacia los registros como DOP a nivel europeo. Ambos productos obtuvieron el registro DOP en septiembre de 2017.

Parámetros productivos: Los cerdos se mantienen en interiores hasta los 6 meses de edad. Luego se colocan hasta el sacrificio en pastizales naturales o cultivados. Los cerdos se alimentan con alimentos complementarios basados en un 70% de cereales (trigo, avena, cebada, centeno y triticale) con entre 12 y 24 meses de edad.

Productos: los productos de carne de cerdo hasta ahora han sido reconocidos a nivel francés y europeo a través de la reciente obtención de etiquetas de calidad oficiales de AOC y DOP para carne de cerdo fresca y jamones curados (NB) (Figura 11).



Figura 11. Jamón curado NB



I.4.4 Krškopoljski prašič (KRS)



Krškopolski prašič (KRS), es la raza de cerdo autóctona de Eslovenia; se encuentra en la parte sureste de la región de Dolenjska. Esta raza está adaptada a condiciones extremas y pobres de cría y al uso eficiente del forraje (Batorek-Lukač et al., 2019).

Figura 12. Krškopoljski prašič (KRS)

Historia: El registro más antiguo conocido sobre las fechas de los cerdos Krškopolje se remonta al año

1899 cuando Rohrman describió una producción porcina generalizada en la Región de Dolenjska, especialmente en el área de Krško polje (Krško es el nombre de la ciudad y "polje" significa campo en esloveno). En la literatura antigua, el cerdo Krškopolje también era llamado el cerdo de cinturón negro, cinturón o rayado (Batorek-Lukač et al., 2019).

Definición del sistema de producción local y sostenibilidad: La alimentación es variada, se basa en zanahorias, nabos, remolachas, col, patatas, cebada, avena, trigo, triticale, alforfón y mijo. Tradicionalmente, los cerdos Krškopolje se mantenían en un sistema de producción mixto, con alojamiento interior y acceso al área al aire libre.

Morfología: raza de tamaño mediano a grande de color de pelaje negro y un cinturón blanco en los hombros y las patas delanteras, su cabeza es de tamaño mediano, con orejas en forma de bucle, la cara está ligeramente redondeada y la parte superior de la nariz blanca, el cuerpo es ancho en la espalda, es largo, las paletas son fuertes y los jamones son anchos, llenos y largos, y su pelo es oscuro sobre el cuerpo (Figura12).



Programa de conservación y estrategias de mejoramiento: La raza está incluida en el programa de cría de cerdos *SloHíbrid*, que está dirigido por la Cámara de Agricultura y Silvicultura de Eslovenia. Además la Asociación de criadores de la raza de KRS ha preparado su propio programa de cría que ha sido aprobado por el Ministerio de Agricultura, silvicultura y Alimentos (Batorek-Lukač et al., 2019).

Parámetros productivos: La edad de las cerdas en el primer parto es de alrededor de 14 meses y con 100 kg de peso, siendo el promedio de las camadas entre 8.1 y 10.5 cerdos por año, con un peso de cuerpo de 1.2 Kg (Batorek-Lukač et al., 2019).

Caracterización de la calidad de carne y grasa: El cerdo Krškopolje está destinado a la producción de carne y grasa de alta calidad. La raza es propensa a la deposición de grasa, pero la carne contiene un contenido relativamente alto de grasa intramuscular, lo que la hace más sabrosa.

Productos: Los principales productos tradicionales son el salami, los embutidos, los jamones curados y la panceta (Batorek-Lukač et al., 2019) (Figura 13).



a.



b.

Figura 13. a. Salami sin nitritos de KRS, b. Salami con nitritos



I.4.5 Turopolje (TP)



Figura 14. Turopolje (TP)

El cerdo *Turopolje* (TP) es una raza de cerdo autóctona de la región de Turopolje, cerca de Zagreb, en Croacia central. La raza tiene una buena adaptación a la cría al aire libre.

Historia: El cerdo Turopolje es una raza nativa croata, creada durante la Edad Media en la región de Turopolje (Karolyi et al., 2019). La raza de cerdo

TP ha sido durante siglos una importante fuente de

alimento para la población local. Sin embargo, la rápida penetración de los cerdos magros importados en la segunda mitad del siglo XX, así como la prohibición del pastoreo forestal, redujeron significativamente el interés por esta raza (Karolyi et al., 2019).

Definición del sistema de producción local y sostenibilidad: A los cerdos se les proporciona solo un refugio simple, agua y algún alimento complementado, recursos naturales (por ejemplo, bellotas, pasto, gusanos, caracoles, mariscos, etc.).

Morfología: Se caracteriza por su raza de tamaño mediano con manchas negras esporádicas distintivas en un pelaje blanco o gris, principalmente cabello rizado y orejas caídas y medio dobladas. La cabeza es medianamente larga, de perfil cóncavo y hocico robusto. La constitución del cuerpo es firme con las piernas altas. El dorso es de ancho medio y ligeramente rebajado en la grupa; paletas y jamones están menos desarrollados (Figura 14).

Caracterización de la calidad de carne y grasa: Debido al alto nivel de acumulación de tejido graso, especialmente en el área subcutánea, y entre los músculos, su carne también es adecuada para el procesamiento en productos cárnicos típicos (por ejemplo, jamón curado, tocino, salchichas



fermentadas, etc.), que son muy apreciados por los consumidores locales, pero por ahora rara vez están disponibles en el mercado.

Programa de conservación y estrategias de mejoramiento: La conservación de la raza de cerdo Turopolje comenzó una vez que Croacia firmó el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD) en 1997, y la raza fue añadido a la lista de la FAO de razas en peligro de extinción en la categoría de razas regionales (Hodges, 1997). Después de la ratificación del CBD, se estableció una estrategia nacional de biodiversidad, que incluía un plan de acción para la conservación de razas en peligro de extinción. Desde entonces el cerdo Turopolje se encuentra en estado de renovación y protección *in situ* (Karolyi et al., 2019).

Parámetros productivos: Actualmente, la raza de cerdos TP sólo tiene 148 cerdas y 28 jabalíes criados en 18 granjas, lo que evidencia que esta raza está en peligro de extinción (Karolyi et al., 2019). Por lo tanto, para auto sustentar la raza se necesita una nueva estrategia de conservación, basada en la explotación de sus productos con un valor agregado adicional (Cerjak et al., 2017).

Productos: Los principales productos son “*Turopoljska Kotlovina*”, *gulasch*, varios asados de cerdo, bacón, jamón curado, tocino, salchichas y salami, etc. (Karolyi et al., 2019) (Figura15).



a.

b.

c.

Figura 15. a. Bacón Turopolje, b. Jamón curado, c. Salchichas y salami secas



I.5 Innovación en productos cárnicos

Uno de los objetivos de esta Tesis es introducir innovaciones en los productos porcinos tradicionales con el fin de desarrollar productos nuevos o redescubrir productos de alta calidad intrínseca y beneficios para la salud y de esta manera conseguir nuevos nichos de mercado.

En investigaciones recientes, se impulsa en encontrar estrategias con antioxidantes para inhibir el deterioro oxidativo de las proteínas y lípidos de la carne durante el proceso y el almacenamiento (Zaritzky, 2012). Ante estos antecedentes, en la Tabla 2, se muestran algunas aplicaciones de extractos de plantas como antioxidantes naturales, que pueden ser una buena alternativa para elaborar productos cárnicos más saludables y sostenibles, en este caso se muestran las diferentes innovaciones con hamburguesas: Entre algunos ejemplos la hamburguesa con bajo contenido graso con aumento de omega-3 y niveles de CLA e influencia del extracto de semillas de uva, como antioxidante natural con el contenido de polifenoles del 95% (Gómez et al., 2014). En el estudio de los extractos de té verde y semillas de uva, los investigadores indican que incrementa la vida útil de hamburguesas de vacuno de bajo contenido de sulfito (Bañón et al., 2007; Cofrades et al., 2017). También, Choi et al., (2012) demostraron que la incorporación del polvo de la *Laminaria japónica*, como un ingrediente funcional en la formulación de las hamburguesas de cerdo, provocó una mejora en las propiedades fisicoquímicas, en la textura y en las variables sensoriales respecto a las hamburguesas control.

En el mercado actual, los *stakeholders* y los consumidores demandan carne y productos cárnicos, con características nutricionales más interesantes y que ofrezcan ventajas desde el punto de vista tecnológico, comercial y sostenible.



I.6 Problema: Oxidación de la carne

La oxidación de lípidos y proteínas es una de las mayores amenazas para la calidad de la carne y los productos cárnicos. El comienzo de las reacciones oxidativas en la carne durante la manipulación, proceso y almacenamiento conduce a cambios sensoriales indeseables y preocupaciones en la salud (Gray & Pearson, 1994). Mientras que la influencia de oxidación lipídica en las características de calidad como el color y olor de la carne son bien conocidas, la oxidación proteica también puede ser provocada por la oxidación de las especies reactivas del oxígeno (ROS) (Gardner, 1979). Algunos productos cárnicos, como las hamburguesas, son muy susceptibles a la oxidación, ya que el picado, la cocción y la adición de sal promueve la formación de ROS y la aparición e intensidad de las reacciones oxidativas (Ladikos & Lougovois, 1990).

Descalzo et al. (2005), demostraron que, durante el manejo, el procesamiento y el almacenamiento de la carne fresca, la liberación de hierro endógeno es parcialmente responsable de la catálisis de la oxidación lipídica, ya que en el músculo hay pequeñas cantidades de hierro no proteico (no hemo) (Buckley et al., 1995). Ese hierro se une a los aminoácidos, nucleótidos y fosfatos formando quelatos que son responsables de la catálisis de la oxidación lipídica en los tejidos (Igene & Pearson, 1979). La propagación de esa oxidación lipídica en las membranas promueve la oxidación de la mioglobina en el deterioro del color, además de la formación de olores rancios y sabores no deseados en la carne (Descalzo et al., 2005).

Los efectos nutricionales y sobre las propiedades sensoriales de la oxidación lipídica de la carne y los productos cárnicos, involucra la pérdida de ácidos grasos esenciales y vitaminas, la generación de componentes tóxicos tales como el malonaldehído (MAD), y la deterioración del flavor, textura y color (Bertelsen & Juncher, 1996; Díaz Molins, 2009). Las proteínas de la carne también pueden estar afectadas por las reacciones de oxidación. El ataque de las especies reactivas con oxígeno (ROS) en las proteínas del músculo conduce a disminuir su solubilidad y su funcionalidad y provoca así el cambio del color y la textura



en el producto (Lund et al., 2011). El daño oxidativo a las proteínas del músculo involucra muchas modificaciones químicas siendo la formación de componentes carbonilo el cambio más marcado en la oxidación de las proteínas (Estévez et al., 2005).

I.6.1 Volátiles

El olor característico de cada alimento es debido a una compleja mezcla de compuestos químicos volátiles (Grigioni et al., 2000; Pearce & Gardner, 1998). El crecimiento microbiano y las reacciones químicas producen olores y sabores desagradables que determinan la aceptación y vida comercial de los alimentos.

La carne y pescado cocinado y almacenado en refrigeración desarrolla olores y sabores oxidados o WOF (*Warmed Over Flavour*) que determinan su calidad sensorial (Tims, 1958) . Este término se caracteriza por olores y sabores descritos comúnmente como “rancio”, “acartonado”, “ácido” o “amargo” (Angelo et al., 1987; Love, 1988). Operaciones de picado, reestructuración o cocinado de la carne afectan a las membranas de las fibras musculares y favorecen la aparición de estos olores y sabores desagradables (Angelo et al., 1987). Esta alteración se considera la principal causa de deterioro sensorial de carnes y productos cárnicos cocinados y refrigerados (Hansen et al., 2007; Mason et al., 2007;. Resconi et al., 2018).

I.7 Soluciones: uso de antioxidantes naturales en carne y productos cárnicos

Actualmente, existe una gran demanda de antioxidantes naturales, principalmente debido a los informes toxicológicos adversos en muchos componentes o antioxidantes sintéticos en la industria de los alimentos.



En la actualidad, los alimentos funcionales o suplementos alimentarios, pueden proteger a las personas del estrés oxidativo y de diferentes enfermedades, además la tendencia del consumo de alimentos funcionales tiene un interés más atractivo en todo el mundo (Losso, 2003).

Así, la mayoría de las investigaciones recientes han sido dirigidas hacia la identificación de nuevos antioxidantes de fuentes naturales, particularmente de origen en el mundo vegetal. Esos antioxidantes naturales han sido extraídos de diferentes partes de una planta como hojas, raíces, tallos, frutos, semillas y corteza (Bañón et al., 2007; Bastida et al., 2009; Heim et al., 2002; Rojas & Brewer, 2008). Para preparar extractos de las plantas pueden utilizarse diferentes solventes y métodos y el extracto obtenido dependerá de ellos.

Los extractos de la planta o los preparados de diferentes materiales de la planta son ricos en fenoles (Heim et al., 2002) y representan una buena alternativa a los antioxidantes sintéticos, tal como se ha comentado anteriormente. Estos extractos vegetales inhiben la oxidación lipídica y la degradación de pigmentos de la carne, así como ayudan a retrasar el comienzo del flavor debido a la rancidez, y dan estabilidad al color de la carne (Armenteros et al., 2013; Ganhão et al., 2013; Vossen et al., 2012). Las aplicaciones de esos extractos naturales pueden mejorar la calidad sensorial (Ganhão et al., 2013) y nutricional de la carne y productos cárnicos e incluso su vida útil. Aunque, estos extractos se derivan de plantas, generalmente son considerados como aditivos seguros, pero es necesario determinar sus límites de seguridad y sus potenciales efectos toxicológicos en la carne y productos cárnicos (Shah et al., 2014). Las investigaciones sobre los efectos de estos antioxidantes han sido focalizadas principalmente en la oxidación lipídica, mientras que la investigación en la oxidación de proteínas sigue siendo escasa (Estévez et al., 2011). El efecto prooxidante, puede ser causado por los cambios químicos, que lidera la interacción entre compuestos fenólicos y la interacción de las proteínas de la carne (Ozidal et al., 2013; Stadtman, 2004).

**Tabla 2.** Aplicaciones de extractos de plantas como antioxidantes naturales en productos cárnicos

Extracto de Plantas	Concentración Extracto	Carne / productos de carne	Condiciones de almacenamiento	Resultados	Referencias
Extracto de romero, piel de uva, té verde, extracto de café	200 ppm	Hamburguesas de cerdo	Almacenamiento al vacío, 4.5 °C, 10 días	Reducción de valores de TBARS y hexanal. Eficiencia de antioxidante en el orden; romero > piel de uva > té verde > extracto de café.	(Nissen et al., 2004)
Extracto de té verde	300 mg/Kg carne	Hamburguesas y carne cruda de vacuno con bajo contenido de sulfito	Almacenamiento aeróbico, 4 °C, 9 días	Reducción de la oxidación lipídica y de la pérdida del color rojo en hamburguesas crudas, retardando el flavor rancio desarrollado en las hamburguesas cocidas.	(Bañón et al., 2007)
Extracto de semillas de uva	0.01, 0.02 %p/p	Hamburguesas de cerdo y vacuno cocidas	Hamburguesas con sobre envoltura en PVC, 4 °C, 8 días.	Reduce la rancidez oxidativa. También reduce la decoloración visual verde en hamburguesas de vacuno.	(Rojas & Brewer, 2007)
Extracto del fruto de algarrobo (Liposterine y Exenterol)	30 g/kg	Cerdo cocido	Almacenamiento refrigerado y congelado, meses	Reduce los valores de TBARS y reduce la oxidación térmica de los productos	(Bastida et al., 2009)
Extracto de palillo de canela	100 ml/25 kg	Cerdo crudo empaquetado aeróbicamente	~20 °C, 9 días	Retarda la oxidación lipídica.	(Shan et al., 2009)



I.7.1 Aplicación de antioxidantes

El uso de antioxidantes naturales de frutos ricos en componentes fenólicos es actualmente muy interesante dentro de la investigación en el mundo de los productos cárnicos (Amandi et al., 2005; Pereira & Meireles, 2010). Esto se debe a las potentes actividades que estos compuestos han mostrado en contra de la oxidación lipídica, el deterioro del color (oxidación de la mioglobina) y de la calidad de la carne y los productos cárnicos (Babova et al., 2016; Utrera et al., 2015). Además, el uso de extractos naturales ricos en polifenoles, incluidos como ingredientes alimentarios, puede tener la ventaja adicional de contribuir con sus propias propiedades bioactivas en los alimentos.

La aplicación de antioxidantes del reino vegetal en forma de componentes puros, extractos y/o aceites esenciales se ha extendido extensivamente en la industria cárnica. Esas sustancias naturales han sido reconocidas como opciones convenientes para reducir las reacciones oxidativas en productos cárnicos porque son generalmente bien aceptadas por los consumidores y porque su efectividad en la extensión de la vida útil de los productos ha sido documentada (Ganhão et al., 2010; Salminen et al., 2005). Una gran variedad de frutos y bayas Mediterráneas se encuentran en el bosque Mediterráneo tal como el arbusto-bayas (*Arbusto unedo L.*), espinos comunes (*Crataegus monogyma L.*), frutos (*Rosa canina L.*) o (*Rubus ulmifolius*) entre otros. Estos diferentes frutos Mediterráneos contienen componentes fenólicos, llamados flavonoides y ácidos fenólicos, los cuales componen dos grupos largos y heterogéneos de nutrientes biológicamente activos, con actividad antioxidante (Ganhão et al., 2010).

A continuación, se detallan algunos ingredientes como fuente de antioxidantes naturales, que se utilizaron en estudios previos (arándanos, setas) y durante el desarrollo (fruto de la *Rosa canina L.*) de mi tesis, para enriquecer hamburguesas de Porc Negre Mallorquí.



I.7.2 Arándanos como fuente de antioxidantes

El género de *Vaccinium* comprende un grupo de plantas que incluye a 450 especies, los frutos (bayas) de muchas especies son consumidos por personas y animales. Las bayas constituyen una fuente de varios fitonutrientes bioactivos, incluyendo los compuestos fenólicos tales como los flavonoides, ácidos fenólicos, ligninas y taninos poliméricos (Kšonžeková et al., 2016; Skrovankova et al., 2015). Ciertas propiedades beneficiosas han sido asociadas con el consumo de *Vaccinium berries*, tal como antioxidante, antidiabético y actividades neuroprotectoras (Essa et al., 2014; Prior et al., 1998).

Las alternativas a las hamburguesas tradicionales se basaron en la revisión bibliográfica bajo los criterios de la mejora de la calidad nutricional de las hamburguesas y sus potenciales efectos en la salud de los consumidores. Existen estudios que demuestran que los vegetales y frutas son beneficiosos para la salud y proporcionan protección contra numerosas enfermedades crónicas. Este efecto protector de las frutas y los vegetales en general, se atribuyen a los componentes antioxidantes, entre los que se incluyen los carotenoides, las vitaminas C, E y los componentes fenólicos (Brownmiller et al., 2008). Uno de los casos más destacados es el fruto del arándano (*Vaccinium corymbosum*), el cual presenta una de las fuentes más ricas en antioxidantes (Ganhão et al., 2013; Oliver et al., 2017).

Respecto a esto, Oliver et al. (2017) encontraron que la adición de arándanos y setas en la formulación de las hamburguesas de cerdo PNM resultó en un enriquecimiento de 28.6 mg y 17.8 mg de polifenoles totales (arándanos), y de 0.36 g y 0.28 g de beta-glucanos (setas), respectivamente y con respecto al control (Fotografía 3). La inclusión de estos compuestos bioactivos no afectó a la aceptabilidad sensorial de las hamburguesas evaluadas por un panel entrenado.



I.7.3 Ácido ascórbico

Uno de los antioxidantes que es habitualmente utilizado en la elaboración de productos cárnicos es el ácido ascórbico (E300). El E300, es un aditivo que es un potente antioxidante debido a sus propiedades reductoras y mejoramiento de la estabilidad oxidativa y formación del color en los productos cárnicos (Sahoo & Anjaneyulu, 1997). Además, el uso de los aditivos antioxidantes, en particular el nitrito, ha sido restringido por problemas de seguridad y toxicidad y consecuentemente su potencial riesgo en la salud del consumidor (Toldrá et al., 2009). En el caso del ácido ascórbico (E300), es uno de los aditivos alimentarios que pueden ser usados en la elaboración de productos de origen vegetal y productos a base de carne (Comisi, 2021). En relación, a la producción y al etiquetado de los productos ecológicos, la *European Commission* (2007), declaró que un producto ecológico debe tener el 95% de los ingredientes de origen agrario ecológicos (Reglamento (CEE) Nº 2092/91). Por esas razones, ha aumentado el interés en el uso de antioxidantes provenientes de recursos naturales.

I.7.4 Rosa Canina como fuente de antioxidantes

La *Rosa canina* L (Rosa mosqueta) o conocida también como Escaramujo o "Gavarrera", *rose hip* o *Rosa canina* L (*Dog rose*), es la planta del género *Rosa*, pertenece a la familia de las Rosáceas ampliamente distribuido en Europa, África, Norte América y Medio Oriente (Roman et al., 2013). Hay 70 especies en el mundo, con 47 en Europa y 27 en Turquía, 4 de las cuales son subespecies y 2 variedades de género de *Rosa canina* L (Davis, 1970; Tutin et al., 1968). En Cataluña se produce básicamente en las comarcas pirenaicas, algunas de ellas como la Cerdanya, con clima mediterráneo (Figura 16).

Los escaramujos son los frutos de la *Rosa canina* L., y estos son conocidos como ricos en polifenoles y una fuente importante de vitamina C (ácido ascórbico) (Chrubasik et al., 2008).



Además, el escaramujo actúa como antioxidante natural debido a su alto contenido de sustancias fenólicas (Olsson et al., 2005).

Los extractos de Rosa canina (*Rosa canina* L., RC), han mostrado gran actividad antioxidante *in vitro* (Ganhão et al., 2010), y la adición de estos extractos a hamburguesas de cerdo y *frankfurters* han dado como resultado el retraso de la oxidación lipídica y la proteica. La capacidad antioxidante comprobada de rosa canina ha sido atribuida al alto contenido de procianidinas y catequinas encontradas en los extractos (Ganhão et al., 2010). Pero la eficiencia de extractos ricos en polifenoles dependen no solo de la concentración y características de los componentes fenólicos del extracto sino también del mecanismo de la oxidación proteolítica, incluyendo la vía química y la oxidación del producto (Estévez et al., 2011; Lund et al., 2011).


La *Rosa canina* L., es un arbusto vertical de aproximadamente 3.0-3.5 metros de altura; sus ramas son a veces curvadas o arqueadas. Los pétalos son blancos o rosados, raramente de rosa profundo, y el fruto madura tarde. El fruto de la *Rosa canina* L, ha constituido un recurso importante de alimentos y medicina para muchas culturas (Fan et al., 2014). Consta de varios componentes biológicos activos, tales como azúcares, ácidos orgánicos, pectinas, flavonoides, taninos, carotenoides, ácidos grasos, vitaminas, (vitamina C y también vitaminas B1, B2, K, P,) macro y micro elementos, etc. (Aslan et al., 2009; Demir & Özcan, 2001). Además, el fruto de la *Rosa canina* L. es conocido por su alto contenido en Vitamina C, que puede ser sobre 15 veces más alta que otros frutos cítricos (Hornero-Méndez & Mínguez-Mosquera, 2000).

Sus semillas son ricas en aceites y minerales. Los ácidos grasos de la *Rosa canina* son principalmente: el linoleico, oleico, linolénico, palmítico, esteárico y araquidónico (Özcan, 2002).

El escaramujo, tiene un color típicamente de naranja a rojo, y púrpura a negro en ciertas especies. Dependiendo de las especies, el escaramujo madura a finales de septiembre o inicios de octubre (Uggla & Martinsson, 2005).



Tabla 3. Información escaramujo o “gavarrera”, fruto de la rosa mosqueta

Nombre Científico:	<i>Rosa canina</i> L.
	CAT: Gavarrera o Roser Silvestre, EN: <i>Dog Rose</i> , ES: Rosa Silvestre, FR: Églantier, OC: garraba (garrabièr) Familia: Rosáceas
Descripción:	Arbusto caducifolio muy abundante, de 3 m de altura. Hojas esparzas y dentadas. Flores pentámeras blancas o rosadas. Floración: Mayo. Fructificación: Julio/septiembre
Hábitat:	RC se pueden encontrar en terrenos arenosos, tierra batida, antiguos pastos y campos abandonados.
Fruto: Garrau	Ovalado, rojizo con el resto de los sépalos. Cargados de pelos al interior. (Cerdaña)
Principios activos:	Compuestos fenólicos, vitamina C y E.
Uso:	Alimentario (confitura) y farmacéutica

CAT: Catalán, EN: Inglés, ES: Español, FR: Francés, OC: Occitano (Muntané, 2017)

La rosa canina, es rica en polifenoles (Kilicgun & Altiner, 2010), en carotenoides (Hodisan et al., 1997), como el β - caroteno, licopeno, rubixantina, gazaniaxantina, β -criptoxantina y zeaxantina (Illés et al., 1997; Machmudah et al., 2008). Además, es bien conocida por su alto contenido fenólico, tales como ácido elágico, quercetina-glicosidas, ácidos hidroxinámicos, ácidos hidroxicinámicos, proantocianidina agliconas (Hvattum, 2002; Salminen et al., 2005) y los carotenoides son pigmentos naturales (precursores de Vitamina A), responsables de la coloración de diferentes partes de las plantas, y comúnmente abundante en frutos y vegetales. Los carotenoides tienen una especial absorbanza en el espectro de luz visible (Britton et al., 2004). Las personas no son capaces de sintetizar estos componentes, y se pueden obtener estos a través de la dieta (Rivera et al., 2014).



En un estudio de aceite de Rosa canina el γ -tocoferol fue predominante (sobre 777.1 mg/kg) (Seppanen et al., 2010; Zlatanov, 1999). Es notable que la cantidad del contenido de δ tocoferol esta sobre 259.9 mg/kg, pero Fromm et al. (2012) describieron una cantidad mucho más baja δ tocoferol de 31.2 mg/kg. Los γ y δ tocoferol también han mostrado ser antiinflamatorios efectivos y agentes antimutagénicos en el cuerpo humano (Grajzer et al., 2015; Zarogoulidis et al., 2013).

La actividad antioxidante del extracto de Rosa mosqueta, es generado por los fenoles totales y el ácido ascórbico, lo cual sugiere que este fruto actúa como antioxidante por sus múltiples componentes (Roman et al., 2013). La Rosa mosqueta tiene un alto contenido de vitamina C (30-130 mg / 100g) (Ziegler et al., 1986). Otros estudios reportaron valores altos de ácido ascórbico por ejemplo, 643 mg/100g de pulpa fresca (Jabłonska-Ryś et al., 2009; Rosu et al., 2011), o cantidades bajas de vitamina C entre 40 - 47 mg/ 100g de pulpa fresca (Demir & Özcan, 2001; Ercisli, 2007; Roman et al., 2013; Tayefi-Nasrabadi et al., 2012; Widén et al., 2012). Las diferencias en el contenido de ácido ascórbico están influenciadas por las variaciones en altitud, especies, variedad, factores ecológicos y período de cosecha (Dogan & Kazankaya, 2005). La disminución del contenido de vitamina C en las plantas quizá sea el resultado del nivel del oxígeno, la cantidad de luz que llega a las plantas, variaciones en los reguladores endógenos del crecimiento de las plantas y la temperatura (Ercisli, 2007).

1.7.4.2 Uso de la Rosa canina y la salud

El fruto de la Rosa canina protege el cuerpo humano contra, gripe, resfriados comunes, faringitis y enfermedades pulmonares y alivia el síntoma de artritis reumatoide, gastritis, diarrea y polidipsia. Además, según Olsson et al. (2004) tiene una capacidad interesante para inhibir la proliferación de células cancerígenas. El extracto de rosa mosqueta puede fomentar un estado saludable redox, en el cuerpo humano (Ninomiya et al., 2007; Patel, 2017).

1.7.4.3 Uso de la rosa canina en los alimentos y su aplicación en la Industria

La Rosa canina ha sido usada en alimentos y nutrición debido a su potencial antioxidante (Hemilä, 1992). El fruto color naranja rojizo (*rose hip*) es usado como suplemento vitamínico y producto nutracéutico (Nowak & Krzaczek, 1994) para los deportistas.

Gratacool® es la primera empresa dedicada a la comercialización de la pulpa de escaramujo (gavarrera) como fuente de Vitamina C natural en Cataluña. Gratacool nace de la conexión y admiración por la naturaleza y la relación con el medio rural. El origen del proyecto parte del descubrimiento que hicieron los payeses de la Cerdaña: observaron cómo el zorro ingería el fruto de la Rosa canina durante el invierno. “Gratacul” es el fruto de la Rosa canina o rosa silvestre, y debe su nombre a los efectos que tiene al ser expulsado del cuerpo tras ser ingerido. Es un fruto consumido por su alto contenido en vitamina C. A partir de este fruto, y tras una extracción natural mediante un proceso propio patentado, se obtiene una masa que incorporada a diferentes alimentos permite que se conviertan en aportes de vitamina C natural a la dieta de entre el 50% y el 100% de la cantidad diaria recomendada (CDR). El fruto crece hasta los 2 cm de largo, siendo de color verde al principio de maduración y volviendo a color rojo en su estado de maduración y ocre al final de su vida (Figura 16).



Figura 16. a. Plantación de Gavarrera (*Rosa canina* L.) en Bellver de Cerdanya, b. Fruto de la *Rosa canina* L. (escaramujo).



En Barcelona, Casa Tió, es una empresa que ofrece productos cárnicos de primera calidad, uno de sus productos innovadores son las hamburguesas de ternera y cerdo enriquecidas con escaramujo.

Actualmente el mercado Sudamericano es el que abastece al 80% del mundo las semillas de este fruto, China un 14% y Europa el 6%. Sin embargo, todo este mercado está orientado a la cosmética. Los productos elaborados por la empresa Gratacool, están enfocados a mejorar la salud de las personas a partir de la Vitamina C natural, respetando y cuidando la naturaleza, y promoviendo un desarrollo rural sostenible. Los productos que elaboran a partir del escaramujo son: pasta, aceite natural, súper alimentos e ingredientes para la elaboración de helados, hamburguesas vegetales. que se pueden encontrar en el mercado local. Actualmente, esta empresa está en vías de una transformación en una Fundación.



a.

b

c

Figura 17. Productos del escaramujo en desarrollo, en la Cerdanya: **a.** aceite, semillas, fruto deshidratado, **b.** pasta de escaramujo, **c.** hamburguesa vegetal con escaramujo.

1.7.5 Otros ingredientes naturales: Setas como fuente de β - glucanos

Las propiedades medicinales de las setas han sido confirmadas a través de investigaciones extensas a nivel mundial. Hace más de 2000 años en China ya se utilizaba como un suplemento a la dieta. En las regiones del mediterráneo, también hay una larga tradición que se remonta a

varios siglos atrás (Aragón et al., 2012). Este interés se despertó debido al amplio contenido del listado de componentes activos biológicos como los polisacáridos, glicoproteínas, antibióticos (Manzi et al., 1999; Manzi & Pizzoferrato, 2000) y beta-glucanos (Rivera-Toapanta & Panella-Riera, 2016) que se encuentran en las setas. Estos componentes han demostrado tener múltiples efectos beneficiosos para la prevención de enfermedades, debido a sus propiedades antitumorales, de prevención de metástasis de las células cancerígenas, antioxidantes y antibacterianas. La fibra alimentaria (componente no digerible de los carbohidratos) de las setas, es una fuente potencial de probióticos; también son potenciales estabilizadores de color, por ejemplo, en la carne. (Manzi & Pizzoferrato, 2000; Zhu et al., 2015).

Es por estas razones que estos ingredientes vegetales (arándanos, setas) se utilizaron para enriquecer a las hamburguesas del trabajo de investigación que se presenta en el Estudio 1 de esta Tesis.

I.8 Análisis Sensorial

El análisis sensorial es la disciplina científica utilizada para medir, analizar e interpretar las reacciones humanas ante las características de los alimentos, así como la manera en que éstas son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído (IFT, 1975).

Uno de los principales problemas que afecta a la comercialización de los productos cárnicos es la aparición de sabores y olores desagradables, así como cambios indeseables en la textura y el color. Estos cambios son de suma importancia ya que determinan la aceptación final del producto y el análisis sensorial es una técnica muy adecuada para evaluar la intensidad de estos procesos.

La evaluación sensorial de la carne implica la cuantificación de las características de olor, sabor, textura y/o apariencia por un “panel de cata”, cuando hablamos de caracterizar un producto.

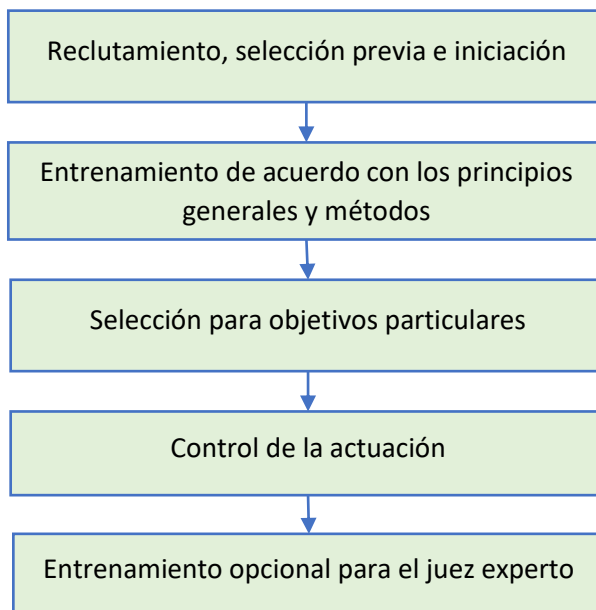


En función al tamaño y al grado de especialización del panel, los métodos sensoriales se clasifican en dos categorías:

- a) Grupo de catadores expertos
- b) Panel de consumidores

I.8.1 Catadores expertos

El análisis sensorial mediante un panel entrenado implica grupos de catadores expertos, constituidos por panelistas que han sido previamente seleccionados en base a su habilidad para detectar y cuantificar determinados atributos sensoriales y que han sido sometidos a una etapa de entrenamiento (87024-2, 1996; UNE 87024-1, 1995).



En la Figura 18, se observa una guía general para la selección, entrenamiento y control de jueces y catadores. Esta guía implica varias etapas: reclutamiento y selección preliminar, selección específica (según el producto y características a evaluar), entrenamiento general y aplicado y, finalmente, pruebas de

Figura 18. Guía general para la selección, entrenamiento y control de jueces-catadores según la norma (UNE 87024-1, 1995).

control del grupo (UNE 87024-1, 1995).

Existen principalmente dos tipos de pruebas discriminatorias y descriptivas.

Las pruebas discriminatorias tienen como objeto establecer si hay o no importancia de esta diferencia (Larmond, 1977). Según la normativa UNE, las más utilizadas son: comparación por parejas, dúo-trío y triangular o comparación de varias muestras, que corresponden a varios tratamientos para conocer sus principales características de *flavor* y textura. Resconi et al. (2012) en un estudio realizado en filetes de vacuno almacenados con 50%, 60 % y 80% de oxígeno durante 4 y 8 días en condiciones de venta al público, utilizaron un panel de catadores para conocer sus diferentes características.

1.8.2 Paneles de consumidores

La evaluación sensorial mediante un panel de consumidores implica un grupo de personas escogido al azar, siendo recomendable que éstas sean consumidores habituales o potenciales del producto que se va a evaluar (Anzaldúa-Morales, 1994). El número mínimo de consumidores para que los resultados obtenidos tengan validez estadística es de 30-40 personas (Anzaldúa, 1994; ASTM Committee E-18 on Sensory Evaluation of Materials and Products, 1968). Este tipo de paneles se utiliza en pruebas afectivas, donde el catador expresa su reacción subjetiva ante el producto. Se ha utilizado este procedimiento por ejemplo en Oliver et al. (2006) en análisis de las preferencias de los consumidores europeos, de carne procedente de Uruguay en vacuno. Borrissier-Pairó et al. (2016), también utilizaron esta metodología en estudios sobre las preferencias de los consumidores en el tema del "*Boar taint*", en carne de cerdo.

En el estudio 1 de la tesis, se realizó un estudio de consumidores en cuatro ciudades de Europa, con 120 consumidores cada una, que evaluaron productos cárnicos tradicionales, innovadores y convencionales/Premium, en tres test sensoriales, mediante la metodología *the expectancy-disconfirmation model*, este modelo se divide en tres tests: i) *Blind linking*, ii) *Expected linking* y iii) *Informed linking* (Ver en metodología).



I.9 Demandas de los consumidores en relación con los alimentos locales

Los productos alimenticios tradicionales son, en general, un elemento importante de identidad y cultura regional. El término “tradicional” no siempre se entiende de la misma manera en todos los países (Guerrero et al., 2012) y, a menudo, las diferencias en la aceptabilidad del consumidor entre los productos locales o tradicionales y los convencionales no son claras. Varios autores han señalado que también existen diferencias en la percepción de conceptos innovadores y tradicionales según el contexto en el que se utilizan, por ejemplo, entre poblaciones rurales y urbanas o entre el Norte y el Sur del continente europeo (Guerrero et al., 2009).

En 2006, la Comisión Europea emitió la siguiente definición de "Tradicional" relacionado con la comida: "Tradicional significa que proviene del uso en un mercado de una comunidad durante un período que ha sido transmitido de generación en generación"; el período generalmente se atribuye a una generación humana, al menos 25 años. Estos tipos de productos contribuyen al desarrollo y sostenibilidad de las zonas rurales protegiéndolas de la extinción, basada en la diferenciación potencial de los productos y productores.

La elaboración de productos alimenticios tradicionales, especialmente los de origen animal, a menudo está estrechamente relacionada con sistemas de producción menos intensivos que generalmente dependen de los recursos locales y, como tales, desempeñan un papel importante en el mantenimiento del medio ambiente natural, incluidas las razas nativas de ganado (Sanz-Cañada & Muchnik, 2016).

Típicamente, productos tradicionales de la carne a menudo tienen alto contenido de grasa y sal en comparación con los productos convencionales (Garbowska et al., 2013; Halagarda et al.,



2018). El procesado de la carne tradicional lo llevan a cabo generalmente pequeñas y medianas empresas artesanales, que pueden utilizar técnicas muy antiguas, por ejemplo: el ahumado, esta técnica ha sido usada para la preservación de la carne en algunas regiones de Europa, pero los productos cárnicos tradicionales tratados con este método, podrían estar asociados con una exposición a sustancias potencialmente nocivas del humo (Andrés et al., 2008; Karoly & Cerjak, 2015; Phillips, 1999).

En este estudio, las innovaciones en productos cárnicos de porcino serían una de las estrategias para mejorar o potenciar sus propiedades saludables o de calidad sensorial, y además estas innovaciones podrían contribuir o ampliar su presencia en el mercado, así como su disponibilidad.

La información proporcionada a los consumidores sobre el impacto en la salud o cualquier otra dimensión de la calidad puede influir en la aceptabilidad de los productos cárnicos (Carrillo et al., 2012; Schouteten et al., 2016). La correlación podría ser positiva, pero en algunos casos, la correlación podría conducir a una expectativa menor o negativa de la experiencia sensorial (Norton et al., 2013). En este sentido, la forma en que los consumidores perciben la información se ve fuertemente afectada por sus actitudes; esto podría convertir la información en una barrera para la evaluación real del alimento, con expectativas negativas o erradas y así reducir el valor hedónico de los productos cárnicos. Una de las metodologías utilizadas es llamada la *Expectancy-disconfirmation model* (Oliver, 1980), debido a su capacidad para analizar el impacto de la información en el gusto de los consumidores (Kallas et al., 2016; Napolitano et al., 2007). Esta metodología combina dentro del análisis sensorial (factores intrínsecos y extrínsecos) de los alimentos y se basa en la comparación de pruebas a ciegas, esperadas e informadas de productos por parte de los consumidores (Deliza & Macfie, 1996). Además, permite investigar si la información (prueba informada) sobre el producto (origen, procesamiento, contenido de grasa, producción local porcina y alimentación) influye potencialmente en el gusto del



consumidor (Cerjak et al., 2011, 2017) y también puede utilizarse como una herramienta diferenciada en el marketing de los productos tradicionales, en general.

I.10 Sesiones nombradas como *Focus Groups*

Una de las formas más eficientes de obtener conocimientos preliminares sobre el concepto que subyace a los productos alimenticios tradicionales, así como la innovación desde el punto de vista del consumidor, es mediante técnicas de investigación cualitativa, especialmente mediante el uso de discusiones de *Focus Groups* (FG) (Krueger, 1988). La discusión en el FG, es un método mediante el cual se selecciona un pequeño número de individuos con el fin de obtener información sobre productos y /o conceptos (Resurreccion, 1998). Estudios previos usaron este método, como es el caso de Guerrero et al. (2009) que mediante el FG consiguieron información de los consumidores de Bélgica, Francia, Italia, Noruega, Polonia y España sobre los conceptos de productos alimenticios tradicionales e innovación de estos productos. Jensen et al. (2019) también usaron el FG e investigaron las percepciones de los consumidores daneses hacia los alimentos locales ecológicos frente a los no ecológicos y su disponibilidad de comprar. Pensado-Leglise & Sanz Cañada (2018) analizaron la relación entre la calidad y el valor de un bien de indicación geográfica protegida (IGP) con respecto a su precio, mediante 19 entrevistas semi dirigidas a los diversos actores participantes de la cadena de valor.

En el estudio 3, se usó esta metodología de *Focus Group*, como técnica cualitativa para obtener información de los principales representantes de las cadenas porcinas locales (Ver en metodología).



I.11 Análisis de la sostenibilidad de las “cadenas cortas de producción”

La conservación sostenible de las razas y cadenas locales porcinas autóctonas Europeas podría lograrse en parte, destacando las propiedades intrínsecas y extrínsecas de alta calidad de los productos derivados de ellas y promoviendo su consumo en nichos de mercado específicos (Guerrero et al., 2018; Kallas et al., 2019). Además, los productos alimenticios tradicionales constituyen un elemento importante de la cultura, la identidad y el patrimonio Europeo (Ilbery et al., 2004; Lebret et al., 2018) y se proponen cada vez más como una forma de concienciar a la sociedad sobre los paisajes rurales (Soy-Massoni et al., 2018). Sin embargo, la innovación en los productos tradicionales puede enfrentar algunos desafíos relacionados con la comprensión probablemente disputada en relación a estos conceptos (Guerrero et al., 2012), lo que hace que sea particularmente difícil desarrollar innovaciones aceptables para los consumidores. Pero, para salvaguardar estas razas de cerdo autóctonas en peligro de extinción, la innovación de los productos tradicionales o innovar con productos nuevos puede ser una de las estrategias para dar soporte a esta razas (Bozzi & Crovetto, 2013; Romanzin et al., 2013). Varga et al. (2016) también aportaron datos sobre que el pastoreo de cerdos casi había desaparecido en Europa en la década de 1970. En este contexto, la investigación sobre las oportunidades de mercado y el análisis de las preferencias de los consumidores y los factores que afectan a la sostenibilidad sería una estrategia clave, que se centraría en la renovación y la resiliencia, con el objetivo de regenerar los impactos sociales, ambientales y económicos (Swisher et al., 2018).

Algunos estudios han concluido que los alimentos locales están relacionados con la proximidad espacial, la frescura y una mayor calidad sensorial, pero el mensaje de promoción "local" más importante, puede ser: "producido en" y el nombre de la región o ciudad en lugar de la distancia (desde la producción de alimentos hasta los consumidores) (Brown, 2003; Conner et al., 2009). Howard (2006) también estuvo trabajando sobre las preferencias de los consumidores y ha



publicado que los consumidores prefieren obtener información que incluya la palabra "local" en etiquetas o folletos en lugar de hacerlo mediante la interacción directa con el vendedor.

A diferencia de la producción intensiva, los cerdos en los cinco sistemas porcinos locales estudiados en esta Tesis se crían al aire libre, extensivamente o en régimen semiextensivo y por lo tanto dependen de los recursos de su entorno natural, definidos como hábitats de pastoreo en la revisión realizada por Varga et al. (2016). Además, los consumidores perciben a los productos del ganado criados en pastos, como saludables, naturales y respetuosos con el medio ambiente y algunos de ellos están dispuestos a pagar un precio superior por los productos cárnicos de los animales criados de una manera sostenible y amigable con el medio ambiente (Khlijji, 2013; Stampa et al., 2020). Estos sistemas agroalimentarios localizados (SYAL, en francés y LAS, en inglés) también abren nuevas perspectivas para proyectos de desarrollo territorial y regional (Muchnik et al., 2008). En este contexto, la investigación sobre oportunidades de mercado, el análisis de las preferencias de los consumidores y los factores que afectan su aceptación de diferentes tipos de productos, es una estrategia crucial para apoyar a las razas porcinas autóctonas y promover el desarrollo de sus cadenas de distribución. Según Muchnik et al. (2011), las especificidades de los *Sial* o sistemas agroalimentarios localizados se basan en:

- la construcción, activación y valorización de los vínculos entre el ser humano, el territorio y los productos alimentarios que se producen; la identificación de recursos específicos y su valorización,
- dinámicas de coordinación geográfica y social, articulando estrategias individuales y colectivas,
- diversas formas organizativas, que van desde entidades colectivas organizadas hasta sistemas atomizados fragmentados.



I. 11.1 Identidades en movimiento: productos cárnicos con especificidades territoriales, culturales e identidades

La noción de proximidad se ha convertido en un camino de investigación desde la década de 1990 (Filippi et al., 2018). Desde esta década, la Escuela Francesa de la Proximidad (*French School of Proximity*) compuesta principalmente por economistas regionales, juega un papel pionero en este ámbito. El objetivo de este grupo de investigación fue determinar la naturaleza de los efectos de la proximidad y establecer el papel endógeno del espacio en la teoría económica.

I. 11.2 El territorio como espacio de referencia identitaria

El territorio no sólo comprende el soporte físico de las actividades económicas sino una matriz natural y cultural, un espacio construido socialmente, marcado culturalmente y regulado institucionalmente, unificado por las referencias identitarias comunes (Muchnik et al., 2011).

Los emigrantes y la movilidad de las personas, su cultura e identidad, son factores que interfieren o potencian la biodiversidad de un país.

I. 11.3 Los productos y su calificación y construcción territorial

Los signos distintivos de calidad se asocian a los atributos de los productos y de los territorios, los cuales responden a una estrategia de competitividad de los *Sial* basada en la especificidad territorial del producto alimentario.



En la Europa mediterránea ha habido un desarrollo considerable de los productos de Denominación de Origen Protegida y de la Indicación Geográfica Protegida (DOP y IGP), pero también se han desarrollado otras marcas de calidad a otros niveles nacionales y regionales de tipicidad alimentaria.

I. 11.4 Los Sellos de calidad DOP/IGP

Las razas porcinas autóctonas con sistemas específicos de producción extensiva, han obtenido los sellos DOP ó IGP que ofrece la legislación comunitaria europea para ellas y/o para sus productos (Vecchio & Annunziata, 2011). La mayoría y a pesar de ello se encuentran en peligro de extinción, dado su bajo tamaño censal.

En general los cerdos destinados a la elaboración de productos mediterráneos de elevada calidad (DOP, IGP) son sacrificados a pesos mayores que la edad de madurez sexual (120-160 kg). De esta manera, el crecimiento del músculo se ha estabilizado y la capacidad de deposición e infiltración de grasa intramuscular es mayor (Pugliese & Sirtori, 2012).

La sostenibilidad de estas razas de cerdos está ligadas a la sostenibilidad de los agro-sistemas y ecosistemas que aprovecha. En este sentido son fundamentales la elevada calidad y el valor gastronómico de los productos que provienen de estas razas y constituye un claro ejemplo de conservación de un recurso genético por su utilización en productos de calidad (Jaume & Alfonso, 2000).

I. 11.5 Calificación territorial de productos

Las diversas formas de certificación territorial de productos dependen de varios factores: el patrimonio histórico, las condiciones geográficas, la cadena institucional, así como el “saber

hacer de los productores”, de la legislación, etc. Además, las reglas de operación deben respetar el equilibrio entre una norma aplicable a todos los productores que se comprometen en la gestión y la variabilidad de la calidad admitida por la norma, y así permite a cada productor imprimir su estilo y conservar al final la tipicidad del producto. Además, hay que cuestionar si el establecimiento de un lazo entre el origen geográfico y un producto local **permite o no salvaguardar una forma de “biodiversidad cultural”** asociada al producto, la conservación de razas de animales, de culturas locales o tradicionales, de paisajes o de micro ecosistemas.

I. 11.6 Los consumidores, sus culturas y sus competencias

La alimentación siempre ha sido un componente esencial en el proceso de construcción de identidad de los individuos y las sociedades. Estos son los únicos bienes de consumo que generan referencias de identidad específicas entre los consumidores. Actualmente, no es de extrañar tener que incrementar la demanda de alimentos referenciados culturalmente, que simbolizan la pertenencia a un lugar, a una sociedad, a una forma de comer o a una /gastronomía. Así, encontramos ciertos quesos de regiones francesas, españolas o italianas, arroces tailandeses, tortillas mexicanas o guatemaltecas, y como ejemplo de proximidad la carne que se produce en las regiones del Pirineo.

Los proyectos en los que ha participado el grupo de investigadores de IRTA y de UNIZAR (Universidad de Zaragoza), en Calidad de carne, como OTRAC, el Proyecto DIETAPYR (POCTEFA, 2018a) o el ALBERAPASTUR (POCTEFA, 2018b) se asocian a poblaciones identificadas en estos alimentos (Muchnik et al., 2008).



Fotografía 1. Proyecto POCTEFA DIETAPYR2. Foto: Núria Panella.

El proyecto DIETAPYR2 promueve un sistema de producción de carne, pirenaica, basado en el aprovechamiento de pastos con razas autóctonas de las regiones pirenaicas de tres países (España, Francia y Andorra), proporcionando nuevas herramientas que permitan mejorar la producción de carne de vacuno en los Pirineos y comercializarla con este elemento diferenciador.

Los consumidores y sus referencias identitarias forman parte del "sistema localizado", aunque se encuentren lejos del lugar de producción. Esto explica la importancia que asume la exportación de ciertos productos aparentemente "marginales" cuya demanda ha aumentado considerablemente debido a los emigrantes que quieren "devorar su territorio" (Muchnik et al., 2011). Este es el caso, por ejemplo, de las rosquillas Nicara-Guayanas que encuentran nichos de mercado en los Estados Unidos. La circulación de personas y productos no es sinónimo de estandarización: por un lado, contribuye a la distribución de "productos mundiales" (cervezas, leche en polvo, azúcar refinado, galletas, etc.). Por otro lado, acentúa la demanda de productos con especificidades territoriales, son identidades en movimiento, para describir los procesos de construcción de las identidades alimentarias, a partir de intercambios entre diferentes culturas. Las culturas alimentarias territoriales no pasan por un supuesto "regreso a los orígenes", sino por una reinención de tradiciones y procesos de innovación que condicionan el fondo territorial de las producciones.

En el enfoque en términos de sistemas agroalimentarios localizados, hay que tener en cuenta los procesos de adquisición de las habilidades de los consumidores para evaluar la calidad de los productos e integrarlos en las evoluciones culinarias. El producto se convierte así en soporte del



reconocimiento social mutuo emprendedor-productor y consumidor, lo que permite territorializar segmentos del mercado. Esto implica considerar la evolución de las "cocinas y platos territoriales", es decir, asociaciones de productos que se combinan, dando lugar a "lenguajes alimentarios".

Capítulo II

Objetivos





La Tesis Doctoral se incluye dentro del proyecto de investigación (Referencia del proyecto:634476-2-TREASURE-H2020-SFS-2014-2,2015-2018), que lleva por título:

Diversity of local pig breeds and production systems for high quality traditional products and sustainable pork chains (Research & Innovation Action financed by The European Commission under the Horizon 2020 – grant agreement no. 634476).

Además del IRTA (donde se ha realizado la mayor parte de esta Tesis), en este proyecto participaron el Centro de Investigación en Economía y Desarrollo Agroalimentario (CREDA-UPC-IRTA), el Instituto de Agricultura de Eslovenia (Kmetijski Inštitut Slovenije, KIS, Eslovenia), la Facultad de Agricultura de la Universidad de Zagreb (UNIZG, Croacia), el Departamento de Agricultura, Alimentación, Ambiente y Silvicultura, Università degli Studi di Firenze (UNIFI, Italia), el Instituto Nacional de Investigación Agrícola de Francia (PEGASE-INRAE) y el Institut du Porc, (IFIP, Francia).

Asimismo, yo realicé una estancia de investigación en la Escuela de Química, Alimentos y Farmacia de la Universidad de Reading (UK).

El planteamiento del estudio va enfocado hacia un cambio en el paradigma de los sistemas de producción porcina que sugiere un desarrollo de cadenas de carne de cerdo que se basa en una mejor utilización de los recursos locales (alimentación y razas). Además, estas razas proporcionan productos con atributos relacionados con el sistema de producción que son apreciados por los consumidores y que es un activo de las razas autóctonas de cerdos y sus productos con una calidad sensorial especial. Las razas de cerdos autóctonas están sin explotar genéticamente y en peligro de extinción, por lo que un aumento de los ingresos de las actividades agrícolas facilitaría su conservación. Para mejorar la oferta y su potencial de mercado es esencial adquirir un conocimiento científico sobre su singularidad genética y



capacidad de adaptación, evaluar diferentes prácticas de manejo, su requerimiento nutricional y el uso de los recursos de alimentación locales, el impacto en el medio ambiente y evaluar su impacto socioeconómico.

Las razas de cerdos autóctonos junto con sus respectivos sistemas de producción poseen un valor inherente que es excepcional en términos de biodiversidad agrícola y sabor único de sus productos, y por tanto representan la oportunidad de desarrollar una producción porcina que responda a las preocupaciones sociales, la preservación de recursos genéticos, el cuidado del medio ambiente y el bienestar animal y pueden contribuir a actividades agrícolas diversificadas y al crecimiento económico del sector agroalimentario regional.

El objetivo global de la presente Tesis es analizar el estado actual de las diferentes razas porcinas autóctonas desde una perspectiva de la sostenibilidad, calidad e innovación del producto, aceptabilidad del consumidor y potencial del mercado. Los objetivos específicos de la tesis son principalmente tres:

- Conocer la aceptabilidad de los productos porcinos Tradicionales (T) y Tradicionales Innovadores (TI) de cuatro razas porcinas autóctonas europeas por parte de los consumidores, considerando la influencia de las propiedades sensoriales, las expectativas y la información proporcionada sobre el producto.
- Elaborar un producto innovador más saludable a partir de la carne del Porc Negro Mallorquí, hamburguesas enriquecidas con un fruto del Mediterráneo, el escaramujo o “gavarrera” (fruto de la *Rosa canina L*) y evaluar si éste contribuye a reducir, prevenir o enmascarar olores y sabores extraños, desarrollados en las hamburguesas previamente oxidadas en condiciones de exposición comercial.
- Realizar un análisis de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (DAFO) en los cinco sistemas de producción de razas porcinas autóctonas europeas, para identificar los puntos críticos de los canales de comercialización adoptados e identificar las



estrategias de marketing adecuadas para cada caso de estudio. Además, se proporcionarán pautas a las partes interesadas, a lo largo de la cadena de suministro, para mejorar los productos de valor agregado y para desarrollar alternativas de marketing directo para analizar la viabilidad y factibilidad.

Capítulo III

Metodología





La presente Tesis consta de 3 estudios directamente relacionados. Cada estudio corresponde a un artículo de tesis y en cada artículo se detallan los métodos aplicados (Figura 19).

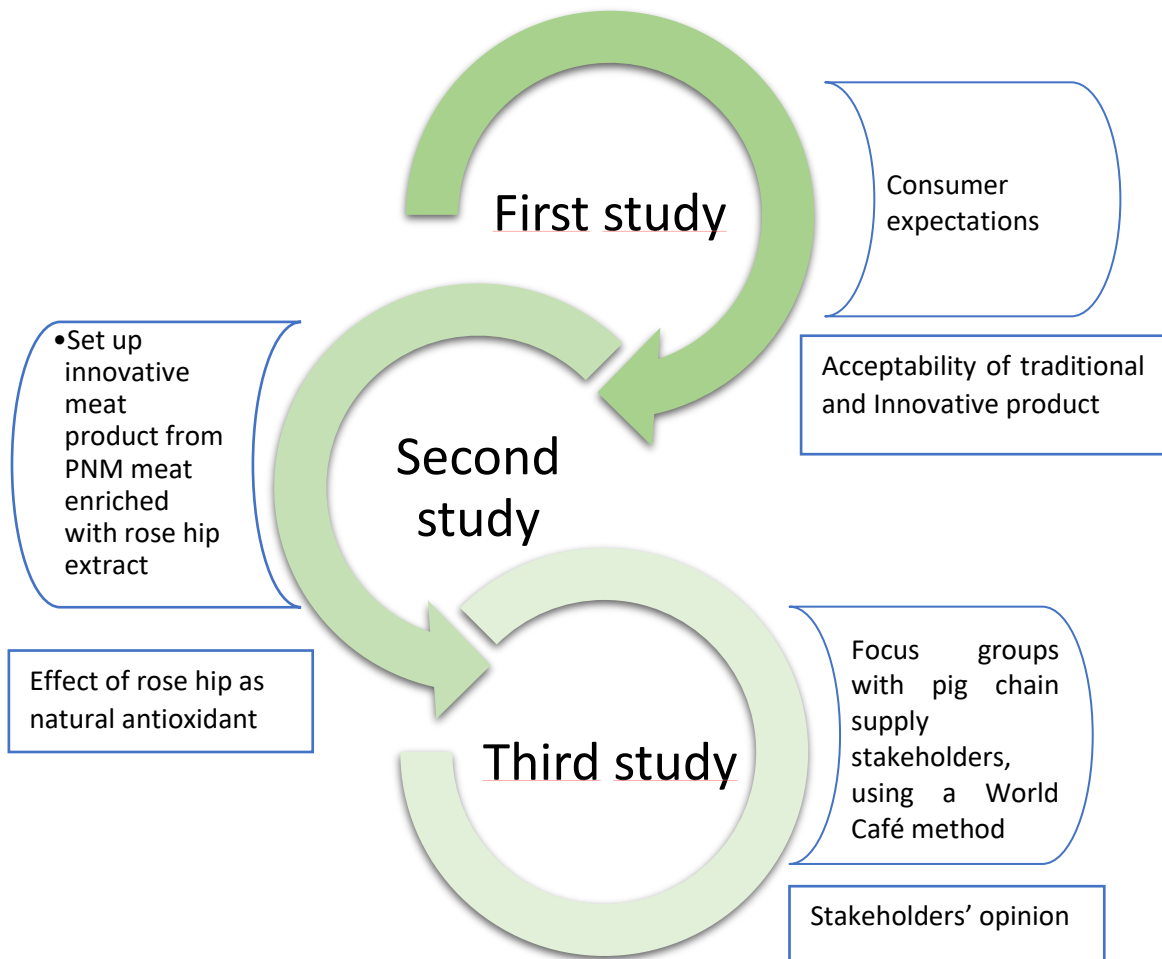


Figura 19. Esquema de los estudios realizados para evaluar las posibles estrategias de sostenibilidad para el potencial de mercado de la carne y productos cárnicos tradicionales e innovadores de cerdos autóctonos europeos.

De manera genérica, en el primer estudio se evalúa la aceptabilidad de los productos Tradicionales (T) e Innovadores Tradicionales (IT) de cuatro razas porcinas europeas autóctonas, sin explotar genéticamente, por parte de los consumidores (**Aceptabilidad de los productos tradicionales e innovadores**).



En el segundo estudio, se elabora una propuesta nueva de otro producto cárnico innovador, con la carne del PNM y el extracto de un fruto local Mediterráneo, ligado al territorio, el escaramujo (RC, fruto de la rosa mosqueta, *Rosa canina L, de la Cerdaña*). Se evaluó si el escaramujo actúa como antioxidante natural y si este contribuye a mejorar la composición nutricional de las hamburguesas elaboradas con carne de PNM, y también se analizó si el RC actuó como una herramienta tecnológica y ayuda a reducir, prevenir o enmascarar olores y sabores extraños, desarrollados en dos tipos de hamburguesas: i) las hamburguesas de PNM cocidas, y ii) hamburguesas cocidas sujetas a condiciones de oxidación (2°C por 4 días) (**Efecto del escaramujo como antioxidante natural**).

En el tercer estudio, se investigó el futuro sostenible de cinco cadenas de producción de las razas de cerdos autóctonas, se usó el método *World Café* (WC) combinado con la técnica *Analytical Hierarchical Process* (AHP). En cada caso de estudio, se realizó un análisis DAFO, a fin de proporcionar pautas a los *stakeholders*, a lo largo de la cadena de suministro, y así mejorar la sostenibilidad estas razas y de sus productos con valor agregado, y desarrollar alternativas de marketing directo y analizar la viabilidad y factibilidad del sector (**Opinión del sector**).



III. 1 Primer estudio- Aceptabilidad de productos tradicionales e innovadores

El primer estudio corresponde a el artículo 1. *Consumers' expectations and liking of traditional and innovative pork products from European autochthonous pig breeds*. La Figura 20 esquematiza la metodología para conocer la aceptabilidad de los productos cárnicos tradicionales (T) e innovadores (IT) de las cuatro razas de cerdos Porc Negre Mallorquí (PNM), Cinta Cenese (CS), Gascón-Noir de Bigorre (NB) y Turopolje (TP) por los consumidores.

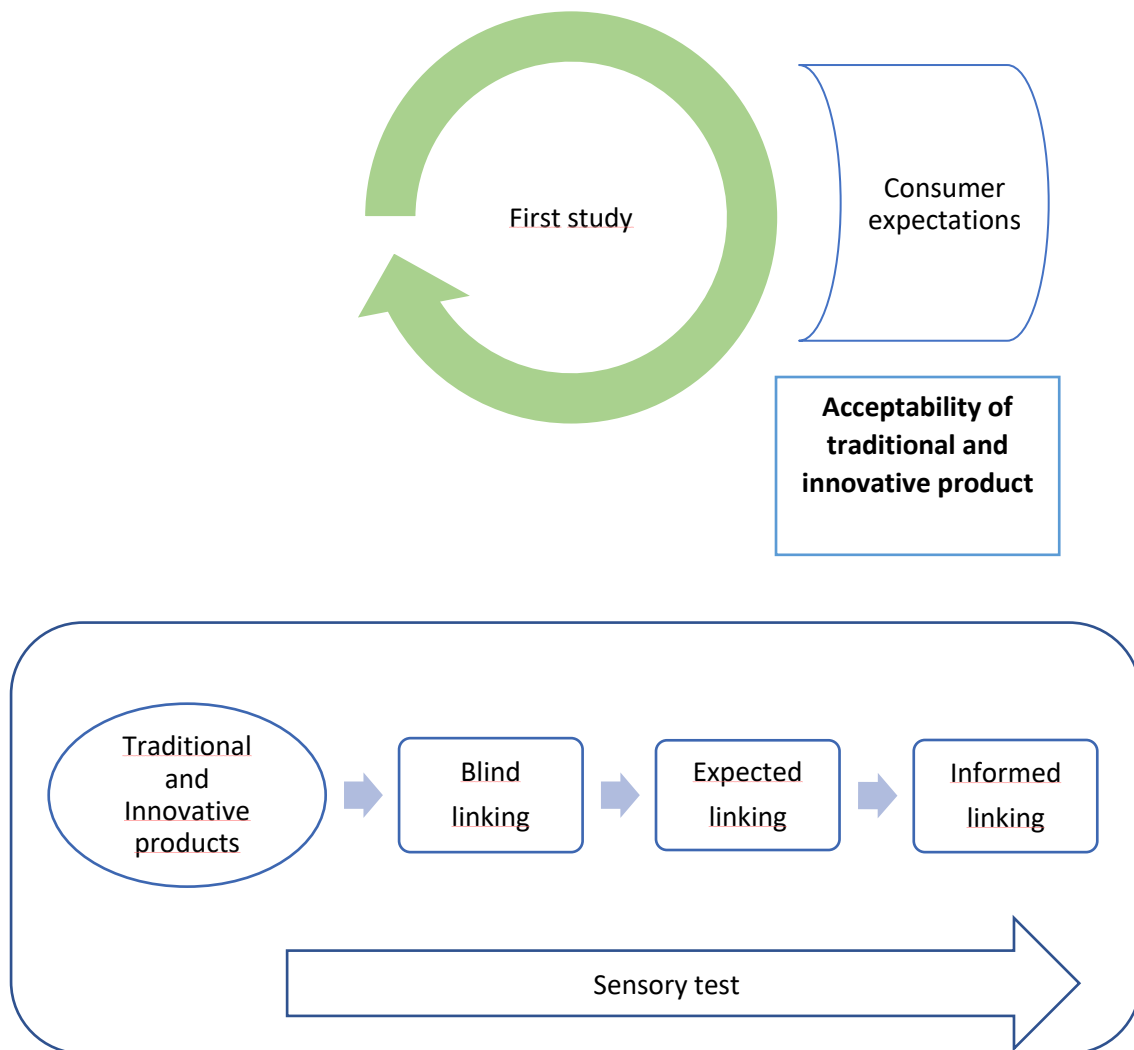


Figura 20. Esquema de la metodología aplicada en el estudio 1 para analizar las expectativas del consumidor de productos cárnicos tradicionales e innovadores de cuatro razas de cerdos autóctonos europeos: PNM, CS, NB y TP.



Los test de consumidores fueron conducidos en cuatro ciudades que fueron identificadas como mercados potenciales o locales: PNM (Barcelona, España), CS (Bologna, Italia), NB (Toulouse, France), TP (Zagreb, Croacia). Un total de 487 consumidores participaron en los cuatro estudios, en el rango de 121-124 consumidores por ciudad.

Los consumidores evaluaron tres productos (T, IT y los convencionales-Premium), en tres test sensoriales, mediante la metodología de *the expectancy-disconfirmation model*, este modelo se divide en tres: i) *Blind linking* (los participantes evalúan la porción de cada producto, sin tener acceso a la información de ninguno de ellos). Una escala de 9 puntos, fue usada en los tres test, para evaluar la aceptabilidad de cada producto (1: extremadamente no me gusta a 9: extremadamente me gusta), ii) *Expected linking* (los consumidores evaluaron los productos, basándose sólo con la información entregada de cada producto (sin muestra), en relación con el sistema de producción, la duración de maduración, la información nutricional y sus potenciales efectos en la salud humana (Anexo 1) y iii) *Informed linking* (los consumidores evaluaron las muestras con la información incluida cada producto), (Tabla 4 y Anexo 2).

Tabla 4. Fases del test sensorial.

Fases del test Sensorial	Consiste en ...	Información obtenida
i) Blind linking	Un test sensorial a ciegas, sin información	Una primera evaluación hedónica de todos los tratamientos
ii) Expected linking	Una evaluación del gusto esperado teniendo en cuenta la descripción del producto (sin prueba sensorial)	Una evaluación de la preferencia esperada con la información
iii) Informed linking	Un test sensorial con información	Una segunda evaluación hedónica de todos los tratamientos



III. 2 Segundo estudio- Efecto de escaramujo como antioxidante natural

El estudio corresponde al artículo en preparación: *Effects of rose hip (Rosa canina L.) extract as functional ingredient on the nutritional composition, oxidative stability and sensory parameters in raw and cooked patties under retail conditions*. La Figura 21 y 22 muestran un esquema de cómo se realizó este estudio.

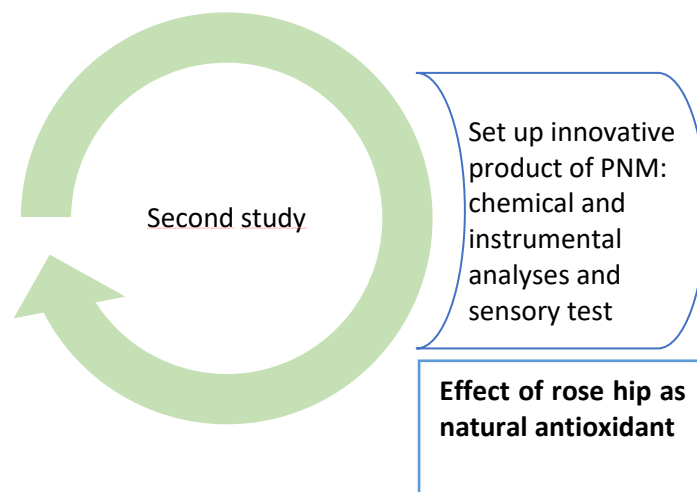


Figura 21. Esquema de la metodología aplicada en el estudio 2 para analizar el efecto de escaramujo en hamburguesas de PNM crudas, cocidas y cocidas sujetas a condiciones de oxidación.

Este estudio está focalizado en evaluar el efecto del escaramujo de la *Rosa canina* L. (RC) en la elaboración de las hamburguesas de PNM. Se prepararon dos lotes de hamburguesas con 15 y 23 % de grasa, respectivamente, (Ver Figura 22). Se elaboraron cinco tratamientos con o sin escaramujo (**T₁**: (0.03 g ácido ascórbico); **T₂**: (1.5 g RC); **T₃**: (3.0 g RC); **T₄**: (0.03 g ácido ascórbico + 1.5g RC); **T₅**: (0.03 g ácido ascórbico + 3.0 g RC), para los diferentes análisis se usaron i) hamburguesas crudas, ii) cocidas y iii) cocidas-oxidadas.



Medidas de las características de la carne y las hamburguesas

La calidad de la carne en las hamburguesas de PNM, se evaluó a través de análisis químicos, instrumentales y análisis sensorial. Las hamburguesas crudas fueron usadas para analizar, los ácidos grasos, el color instrumental, el contenido de antioxidantes naturales (vitaminas C, E), β -caroteno y coenzima-Q y los compuestos volátiles ; en las hamburguesas cocidas (recién hechas), se realizó el test sensorial donde evaluaron los diferentes parámetros sensoriales, en relación con el olor, sabor y la textura; en las hamburguesas cocidas–oxidadas (sujetas a condiciones de oxidación 2°C por 4 días), se realizó también el test sensorial y la identificación de los compuestos volátiles-aldehídos, derivados de la oxidación lipídica de la carne (Fotografía 13 y 14).

Para la medida de color se utilizó el espectrómetro Minolta CM-600d. Las coordenadas de la descripción de color fueron L*, a*, b* (Hunt et al., 1991). Estas coordenadas pertenecen al sistema de color CIE Lab, que define el color como un espacio tridimensional con las variables mencionadas:

- Luminosidad (L*): es el eje vertical y va de los valores 0 (negro) a 100 (blanco).
- Tendencia a rojo (a*): es uno de los ejes horizontales. Si el valor es positivo tiende a rojo y si es negativo tiende al verde.
- Tendencia al amarillo (b*): es el otro eje horizontal, perpendicular a a*. Si el valor es positivo tiende al amarillo y si es negativo, al azul.

La identificación de los ácidos grasos se realizó mediante HPLC. El análisis de la vitamina C se identificó y cuantifico por medio de HPLC con detector UV, el alfa-tocoferol se identificó y cuantifico con HPLC y con detector fluorescente, el β - caroteno y coenzima Q con detector de red de diodos, HPLC- DAD –MS.

En relación con la identificación de los compuestos volátiles se realizó mediante el sistema GC-MS acoplado a un detector selectivo de masas (triple-axis Detector, Agilent 5975C).

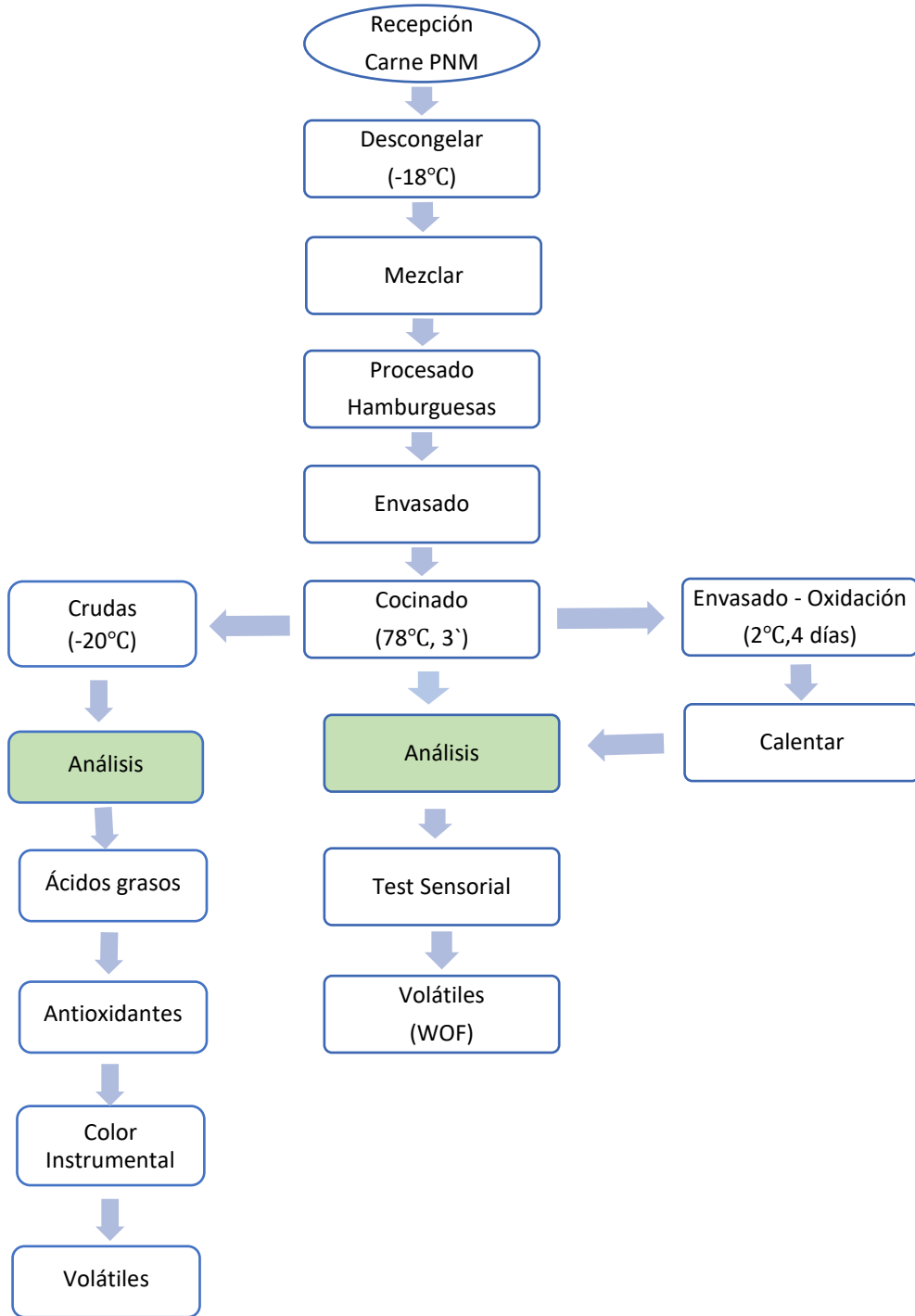


Figura 22. Diagrama de la elaboración de las hamburguesas ce PNM y los análisis desarrollados.



III.3 Tercer estudio- Opinión del Sector

El tercer estudio corresponde al Artículo 3. *Marketing strategies to self-sustainability of autochthonous swine breeds from different EU regions: a mixed approach using the World Café technique and the Analytical Hierarchy Process*. La Figura 23 esquematiza la metodología de este tercer estudio.

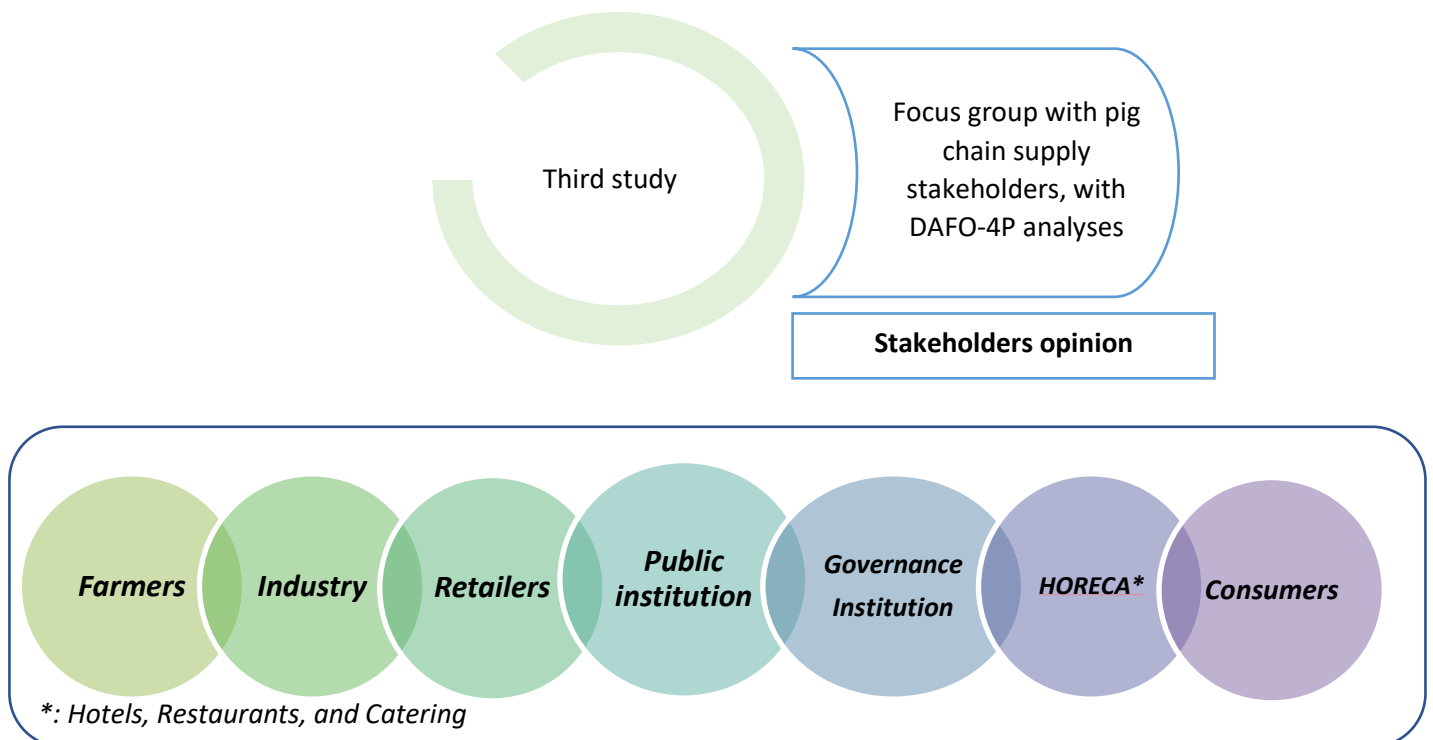


Figura 23. Esquema de la metodología aplicada en el estudio 3 para analizar las opiniones y actitudes de toda la cadena de producción porcina de las cinco razas de cerdos autóctonos sin explotar de Europa: PNM, NB, CS, KRS y TP.

Para conocer la opinión de las partes interesadas del sector sobre la autosostenibilidad de las cinco razas de cerdo autóctonas, sin explotar (PNM, NB, CS, KRS y TP) de las diferentes regiones de Europa, se utilizó una metodología conocida como Focus Groups (FG) o discusión de grupo. Se trata de una técnica cualitativa donde se recogen las opiniones de los participantes sobre el tema propuesto, siendo un procedimiento de recogida de datos, en el que un moderador dirige la sesión para que los participantes vayan hablando de los temas de interés. Las dos metas que



se persiguieron fueron consensuar un análisis DAFO y un análisis para identificar las estrategias de marketing o llamadas también “4P” (*Product, Price, Promotion, Place*) de cada sistema porcino, entre los diferentes agentes de la cadena. El moderador explico la estructura, los objetivos y la duración de las sesiones. En las sesiones se trataron temas como la viabilidad futura de la raza, las estrategias de marketing (*Trademark*), las prioridades de actuación, etc. A los participantes, se les entregaron dos hojas, una hoja para realizar el análisis DAFO y otra para el análisis de las 4P y su respectiva priorización (1, 2, 3, 4). Cada FG incluyo al menos 12 personas de cada sistema porcino local, con una representación equilibrada de las cinco etapas en el valor de la cadena (Figura 22). Las partes interesadas en el FG estaban formadas por diferentes representantes: 3 productores, 2 industrias, 1 funcionario (administración local), 1 representante de la gobernanza de los sellos de la calidad (Denominación de Origen Protegida DOP ó Indicación de zona Geográfica Protegida, IGP), 1 carnicería tradicional, 1 supermercado, 1 representante de servicio de alimentos (restaurantes, HORECA) y 2 representantes de las asociaciones de consumidores (n = 60 en total).

Cinco sesiones de FG, una por cada caso de estudio se desarrollaron en Palma de Mallorca (España), Louey (Hautes-Pyrénées-Francia), Florencia (Tuscany-Italia), Ljubljana (Eslovenia) y Zagreb (Región Turopolje-Croacia). En cada caso, se identificaron las Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (DAFO) y las estrategias de marketing de cada sistema de producción porcina, mediante el método de *World Café* (WC) y el *Analytical Hierarchical Process* (AHP).





Organización de los *Focus Group*

En cada país, se siguió un único protocolo común para desarrollar la técnica de *World Café*, el moderador explico la estructura y los objetivos de cada sesión, se organizó a los 12 representantes y se dividió en 4 mesas. Luego de una pausa café, se nombraron 7-8 puntos de cada una de las 4 mesas (D, A, F, O) y fueron recogidos por el moderador de cada mesa, en una



tabla. En la sesión plenaria, cada participante votó en orden de prioridad los 4 que prefería. Se eligieron los 4 más votados por cada ítem (D, A, F, O), (ver Tabla 5).

Tabla 5. Marco Metodológico del análisis DAFO.

Fortalezas	Análisis Interno	Debilidades
	Factores relacionados con la raza y los productos que pueden ser controlados por los productores y procesadores	
Oportunidades	Análisis Externo	Amenazas
	Factores relacionados con la raza y los productos , pero no son controlados por los productores y procesadores	

En la segunda parte de la Técnica *World Café*, se establecieron las estrategias de marketing en 4 mesas (4P: Producto, Promoción, *Place* (Lugar), y Precio). Se enumeraron las 5-6 estrategias recogidas en cada mesa, cada participante voto en orden de prioridad y eligió las estrategias más votadas para cada P (Ver Tabla 6). De este modo se discutieron las estrategias prioritarias y al final se obtuvo el análisis individual y social-AHP. Se informó a los participantes que iban a recibir vía correo en una nueva encuesta diseñada a partir de la información recogida en la segunda parte del FG y que debían contestarla en las 24-48 h siguientes (Anexo 3).



Tabla 6. Marco Metodológico del análisis de las estrategias de Marketing (4P).

Producto	Estrategias de Marketing	Precio
	<p>Producto: Tipos, diversidad innovación saludable, formato, tamaño, envasado.</p> <p>Precio: transparencia en toda la cadena, precio Premium, diferenciación, descuento (tiempo, cantidad, %)</p>	
Place (Lugar)		Promoción
	<p>Lugar: Donde vender, local propio, ventas directas en la granja, supermercados, mercados tradicionales, internet, distribuidor propio.</p> <p>Promoción: ¿Cómo llegar al consumidor objetivo?, redes sociales, internet, TV, Radio, feria gastronómica, festival, competencia gastronómica</p>	



Estudio 1. Consumidores



Fotografía 2. Estudio 1. Test Sensorial, Bolonia, Italia



Fotografía 3. Estudio 1. Test Sensorial, Barcelona, España



Fotografía 4. Estudio 1. Test Sensorial, Zagreb-Croacia



Estudio 2. Efecto del escaramujo como antioxidante natural en la elaboración de las hamburguesas del PNM



Fotografía 5. Estudio 2.

Carne de PNM.



Fotografía 6. Estudio2. Grasa de PNM, carne molida



Fotografía 7. Estudio 2. Mezcla de la carne con los ingredientes



Fotografía 8. Estudio 2. Almacenamiento de las hamburguesas bajo condiciones en *retail conditions*



Fotografía 9. Estudio 2. Análisis de la cantidad de la grasa de las hamburguesas PNM



Fotografía 10. Estudio 2. Extracción de ácidos grasos de las hamburguesas PNM, mediante HPLC



Fotografía 11. Estudio 2. Identificación y cuantificación de vitaminas. El análisis de la vitamina C se cuantifico por HPLC con detector UV, el alpha-tocoferol se cuantifico con HPLC y con detector fluorescente, el β -caroteno y *coenzyme* Q con detector de red de diodos, HPLC- DAD –MS



Fotografía 12. Estudio 2. Evaluación del color de las hamburguesas bajo *retail conditions*



Fotografía 13. Estudio 2. Identificación de volátiles, mediante el sistema GC-MS acoplado a un detector selectivo de masas (triple-axis Detector, Agilent 5975C).



Fotografía 14. Estudio 2.
Cocción y oxidación de las
hamburguesas de PNM



Fotografía 15. Estudio 2.
Entrenamiento de los
panelistas para obtener
descriptores de las
hamburguesas de PNM
oxidadas y no oxidadas



Fotografía 16. Estudio 2.
Evaluación sensorial de las
hamburguesas de PNM



Estudio 3. Opinión del Sector



Fotografía 17. Sesión de *Focus Group* realizado con los *stakeholders* de la cadena de producción del PNM, en Mallorca.



Fotografía 18. Estudio 3. Sesión de *Focus Groups* realizado con los *stakeholders* de la cadena de producción de la raza de cerdo de Turopolje (en Velika Gorica, Croacia)



Capítulo IV
Compendio de Estudios





IV.1 Estudio 1:

Consumers' expectations and liking of traditional and innovative pork products from European autochthonous pig breeds. (2020). Meat Science 168: 108179

Vitale, M., Kallas, Z, Rivera-Toapanta, E., Karolyi, D., Cerjak, M., Lebret, B., Lenoir, H., Pugliese, C., Aquilani, C, Čandek-Potokar, M, Gil, M., Oliver, M.A.

Índice de calidad de la revista de acuerdo con el JCR 2020:

Índice de impacto: 3.483

29/135 (1er cuartil) en la categoría Food Science & Technology



Fotografía 19. Hamburguesa de Porc Negre de Mallorca elaborada con arándanos y setas (Estudio realizado en la ciudad de Barcelona).



a



b



c



d



e

Fotografía 20. a. Hamburguesa de la raza de Porc Negro de Mallorca con arándanos y setas. b. Jamón curado 36 meses, de la raza de cerdo Gascón-Noir de Bigorre. c. Jamón curado de la raza de cerdo Turopolje. d. Salami con antioxidantes naturales, Cinta Senese, e. Salami sin nitritos de la raza de cerdo Krškoplje.

1 **Consumers' expectations and liking of traditional and innovative pork products**
2 **from European autochthonous pig breeds**

3

4 Mauro Vitale ^{a1}, Zein Kallas ^b, Evelyn Rivera-Toapanta. ^a, Daniel Karolyi. ^c, Marija Cerjak ^c,
5 Bénédicte Lebret ^d, Herveline Lenoir ^e, Carolina Pugliese ^f, Chiara Aquilani. ^f, Meta Čandek-
6 Potokar ^g, Marta Gil ^a, Maria Àngels Oliver ^{a*}

7

8 ^a IRTA, Food Industries, Finca Camps i Armet, 17121 Monells, Spain.

9 ^b CREDA-UPC-IRTA, Centre de Recerca en Economia i Desenvolupament Agroalimentari,
10 08860 Castelldefels, Spain.

11 ^c UNIZG, University of Zagreb Faculty of Agriculture, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb,
12 Croatia.

13 ^d PEGASE, INRAE, Institut Agro, 35590- Saint Gilles, France

14 ^e IFIP – Institut du Porc, La Motte au Vicomte, BP 35104, 35651 Le Rheu, France

15 ^f UNIFI, Università degli Studi di Firenze, Department of Agriculture, Food, Environment and
16 Forestry (DAGRI), Section of Animal Sciences, Via delle Cascine, 5 – 50144 Firenze, Italy

17 ^g KIS, Kmetijski Inštitut Slovenije, Agricultural Institute of Slovenia, Hacquetova ulica 17, 1000
18 Ljubljana, Slovenia

19

20 *** Corresponding author:**

21 Maria Àngels Oliver

22 Granja Camps i Armet, 17121 Monells, Spain

23 E-mail address: mariaangels.oliver@irta.cat (M.A. Oliver)

24 Tel.: +34 972630052.

25

26 ^{a1} Present address: Metalquimia, Font de l'Abat, 21, 17007 Girona, Spain

27 Highlights:

- 28 • The acceptability of different traditional pork products from four autochthonous pig
29 breeds of three European regions was evaluated following a standardized common
30 protocol.
- 31 • Expectations on traditional and innovative pork products with respect to standard and
32 premium controls were higher when consumers were acquainted with the local
33 production system.
- 34 • Sensory quality had a relevant role on the preferences of consumers

35

36 Abstract

37 The aim of the study was to ascertain the acceptability of Traditional (T) and Innovative (IT) pork
38 products by European consumers considering also the influence of the sensory properties. The
39 tests were performed in Barcelona, Bologna, Toulouse and Zagreb, with products from
40 autochthonous pig breeds Porc Negre Mallorquí (patties), Cinta Senese (dry-fermented sausages),
41 Gascon-Noir de Bigorre (dry-cured hams) and Turopolje (dry-cured hams), respectively. The
42 methodological approach relied on the expectancy-disconfirmation model and the assimilation
43 theory (blind, expected and informed tests). All consumers had a similar behaviour: higher
44 expectations of T and IT differentiating them significantly from the remaining products, except
45 in Barcelona test, because consumers in this city were not acquainted with the production system.
46 Innovation in T products focusing on healthy and process innovation highlighted the need to
47 provide information about the breed and the production system, but we can conclude that the
48 sensory quality had a significant role on the preferences of consumers.

49 Keywords:

50 Innovative pork products

51 Autochthonous pig breeds

52 Consumer tests

53

54 1. **Introduction**

55 Traditional food products are, in general, an important element of regional identity and culture.
56 The term "traditional" is not always understood in the same way in all countries (Guerrero et al.,
57 2012), and often, the differences in consumer acceptability between local / traditional and
58 conventional products are not clear. Several authors have noted that there are also differences in
59 the perception of Innovative and Traditional concepts according to the context in which they are
60 used, for example, between rural and urban populations or between the North and the South of
61 the European continent (Guerrero et al., 2009). In 2006, the European Commission issued the
62 following definition of "traditional" related to food: "Traditional means that it comes from the use
63 in a market of a community during a period that has been transmitted from generation to
64 generation, the period is generally attributed to a human generation, at least 25 years". These types
65 of products contribute to the development and sustainability of rural areas by protecting them
66 from depopulation based on the potential differentiation of products and producers. Production of
67 traditional food products, especially those of animal origin, is often closely related to less
68 intensive production systems that typically rely on local resources and, as such, play important
69 roles in the maintenance of the natural environment, including the native breeds of livestock.

70 Typically, traditional meat products often have high fat and salt contents in comparison with
71 conventional products (Garbowska, Radzymińska, & Jakubowska, 2013; Halagarda, Kędzior,
72 Pyrzyńska, & Kudelka, 2018). In addition, smoking has been used for centuries for the
73 preservation of meat in some European regions. In traditional meat processing, which is generally
74 carried out by small and medium low-tech artisanal enterprises, old-fashioned smoking
75 procedures (i.e., products are exposed to smoke in the same chamber where smoke is generated
76 by pyrolysis of wood) are still largely used. Hence, traditional meat products may additionally be
77 associated with greater exposure to potentially unhealthy substances from the smoke (Andrés,
78 Barat, Grau, & Fito, 2008; Phillips, 1999). In fact, a recent study with Croatian consumers
79 indicated that controlled smoking conditions was the best accepted health related innovation of
80 traditional meat products with the least negative impact on perceived traditional character of

81 product (Karolyi & Cerjak, 2015). Innovations in traditional pork products aiming at improving
82 their healthy or sensory quality properties could contribute to maintain or expand their market
83 share and availability.

84 The information given to consumers on the impact on health or any other quality dimension may
85 influence their acceptability of meat products (Carrillo, Varela, & Fiszman, 2012; Schouteten et
86 al., 2016). The correlation could be positive, but in some cases, the correlation could lead to a
87 lower or negative expectation of the sensory experience (Norton, Fryer, & Parkinson, 2013). In
88 this sense, the way in which consumers perceive information, which is strongly affected by
89 personal attitudes, could turn information into a barrier of negative expectations and reduce the
90 hedonic value for buyers. The methodology, called *the expectancy-disconfirmation model*
91 (Oliver, 1980) was followed due to its capacity to analyze the impact of information on
92 consumers' liking (Kallas, Martínez, Panella-Riera, & Gil, 2016; Napolitano, Caporale, Carlucci,
93 & Monteleone, 2007). This methodology combines both sensory (intrinsic) and extrinsic food
94 attributes and is based on the comparison of blind, expected and informed tests of products by
95 consumers (Deliza & Macfie, 1996). It makes it possible to investigate if and how information
96 (informed test) about the product (e.g., origin, processing duration, fat content, etc.) potentially
97 influences consumer liking. The influence of information on the local production of the pig breed
98 and the production/feeding system on consumer expectations was also reported by Cerjak,
99 Karolyi, & Kovačić (2011) and Cerjak, Petrčić, & Karolyi (2017) and can be taken as a
100 differentiation tool in the marketing of traditional pork products.

101 The aim of the study was to ascertain the acceptability of the Traditional (T) and Innovative
102 Traditional pork products (IT) from four autochthonous pig breeds by consumers, considering the
103 influence of the sensory properties, the expectations and the information about the product given
104 to them.

105

106

107 2. **Material and methods**

108 In the present study, four consumer sensory tests were performed with four different
109 autochthonous pork chains: Porc Negre Mallorquí (PNM, Barcelona, Spain), Cinta Senese (CS,
110 Bologna Italy), Gascon-Noir de Bigorre (NB, Toulouse France), Turopolje (TRP, Zagreb, Croatia).
111 The studies included traditional pork products or products made from native breeds in a traditional
112 and innovative way. Consumption tests were conducted in four cities that were identified as
113 potential new markets / niches for each autochthonous breed and represent three different
114 European regions: the West (France), the South (Spain and Italy) and the East (Croatia), in the
115 context of the EU-H2020 project TREASURE. All consumer studies in the different cities were
116 carried out following the same design and methodology to maximally standardize the conditions
117 and to achieve the common objective of the TREASURE Project (WP3.3), which is the
118 determination of consumer acceptability and preference for Traditional pork products (T), and
119 Innovative Traditional (IT) pork products, in cities that are identified as potential new markets for
120 three European regions. The products evaluated in each city were different and based on the
121 autochthonous pig breeds and production systems. The innovations were developed based on
122 traditional products or products made in a traditional way and originating from each region and
123 native breed considered. The T and the IT products were also compared with one or two additional
124 products obtained from commercial types. The first product was with “conventional quality” that
125 met the minimum production standards. The second product was with “premium quality” with
126 premium quality production standards.

127 The general details of the sample preparation, serving procedures and instructions for consumers
128 were:

- 129 • All portions were prepared the same day of the test, separated per lots and stored
130 according to product characteristics until the time of the test. At least two persons were
131 responsible to prepare and distribute all the servings during the eating evaluation.

- 132 • It was extremely important to check the shape and size of every portion in order to
133 homogenize the samples to taste.
- 134 • Several plates with pre-printed stickers with sample codes were prepared for each serving.

135

136 **2.1 Products**

137 The products evaluated for the four autochthonous breeds are summarized on Table 1.

138 2.1.1. *Porc Negre Mallorquí (PNM) patties, Barcelona*

139 Porc Negre Mallorquí-based patties made in a traditional way following a traditional receipt from
140 a butcher (mixture of fat and meat from shoulder and ham), were evaluated by consumers in
141 Barcelona as a traditional product. Two innovations to enhance human health were also designed
142 by incorporating natural ingredients that contribute to an improvement of health: 1) a source of
143 fibre (porcini mushroom) that contains beta-glucan, which reinforces the immune system
144 (Cheung, 1998; Rop, Mlcek, & Jurikova, 2009) and 2) a source of antioxidants (berries) may
145 reduce sucrose digestion and absorption leading to delayed glycemc response (Ganhão, Estévez,
146 Kylli, Heinonen, & Morcuende, 2010; Törrönen et al., 2013) .

147 In each test, the equivalent conventional and premium products were included.

148 The formulation of the patties (1000 g basis) for the five groups was composed of 881.2 g of
149 minced meat, 18 g of salt, 0.3 g of sulphite, 0.5 g of ascorbic acid, 100 ml of pasteurized egg. For
150 the IT₁, 10 g of fungi porcini as natural fibre and for IT₂, 20 g of blue berries as natural
151 antioxidants, were respectively added, and the amounts of meat were 871.2 g and 861.2 g. The
152 average fat content was of 16.4% of the total composition. Each individual patty average weight
153 was 120 g. The patties were prepared a maximum of two days before the trial and kept
154 refrigerated.

155 The cooking of the patties was performed the day of the test in a kitchen on the premises and just
156 prior to each consumer session (10-12 consumers/session). Patties were cooked in groups of three

157 on a grill until a core temperature of 78 °C was achieved (approximately 5 min). Each patty was
158 split in 4 equal pieces, which were given to four consumers.

159 Consumers were in individual sensory booths and received the coded samples in a monadic way
160 following a pre-established design. They were asked to rinse their mouths with water and eat non-
161 salted toast before each sample.

162 *2.1.2. Cinta Senese (CS) dry-fermented sausages, Bologna*

163 Cinta Senese dry-fermented sausages are a traditional product for this breed. To improve their
164 healthiness, the innovation proposed was aimed to replace sodium nitrite with natural
165 antioxidants. The T and IT were manufactured following the traditional recipe in an industrial
166 plant. Ingredients consisted of 80% of minced pork lean and 20% of subcutaneous backfat from
167 Cinta Senese pig breed, salt (2.3%), sucrose (3.5%) and black pepper (2 %). Thirty ppm of sodium
168 nitrite (E250) were added to the first (T) products, while 10% of natural antioxidants mixture was
169 used to replace sodium nitrite in (IT) products. Natural antioxidants mixture was made of grape
170 seed extract, hydroxytyrosol (extracted from defatted olive pomace) and tocopherol. The mixture
171 had a double antioxidant-antimicrobial action. Fresh sausages, after being weighed, dried at 28°C
172 and RH 85% for 4 days and then they were ripened for 21 days (T 13°C, RH 70%). Dry-fermented
173 sausages were stored two days at 4°C before the consumer study. In addition, two other types of
174 dry-fermented sausages were bought to compare (T) and (IT) to a conventional product and a
175 premium product. Each sausage was sliced in 0.5cm-thick×2cm-diameter slices and served at
176 room temperature (20°C). Consumers were in an equipped laboratory with individual cabins and
177 invited to eat a cracker and drink a glass of water between samples (IBIMET-BIOAGRIFOOD
178 Department CNR, Bologna).

179 *2.1.3. Noir de Bigorre (NB) dry-cured hams, Toulouse*

180 The Noir de Bigorre (NB) Protected Designation of Origin (PDO) dry cured hams, produced in
181 the south-West of France from pure Gascon pigs (Mercat, Lebret, Lenoir, & Batorek-Lukač,
182 2019; OJEU, 2017a, 2017b), were considered in the French case study. NB-PDO ham with 24

183 months processing duration, corresponding to the usual processing time for this product, was
184 considered as (T). Innovation consisted in extending processing time with 12 additional months
185 during the ripening period, leading to 36 months processing for (IT), with the aim to enhance the
186 sensory quality (texture, odour, flavour) of the products. T and IT were produced by the Noir de
187 Bigorre chain according to PDO requirements for pig production and ham processing (OJEU,
188 2017a, 2017b). Dry-cured hams from Iberian crossbred pigs (50% Iberian, 50% Duroc),
189 purchased in a fine food shop, were used in the consumer test study as premium quality product
190 (Table 1). There was no conventional product (Standard Quality) in this consumer study due to
191 the very high discrepancy in eating quality of Premium and PDO products compared with
192 conventional, which is related to a different market sector.

193 The study was conducted in Toulouse, with 124 consumers divided in 9 sessions. All products
194 were prepared in a same manner : 1.3 mm thick ham slices (from 2 to 3 different hams for each
195 kind of product) were prepared with a slicing machine in the larger part of the ham including both
196 the *Biceps femoris* and *Semimembranosus* muscles and external fat; then transversal “strips” of
197 around 3 cm width including both muscles and external fat were cut, settled on a tray and stored
198 at 4°C under vacuum, 10 days before the sensory tests. According to requirements of NB chain
199 for T and IT, and of fine food shop for Iberian hams, ham slices packs were placed at serving
200 temperature (18°C) 1 h (T and IT) or 2 h (Iberian) before start of each sensory session. For eating
201 tests, ham slices were placed on plastic plates and distributed to consumers following a monadic
202 distribution and pre-defined random order assigned to each participant, taking care of distributing
203 trips of similar aspect between consumers, and within each consumer for blind and informed
204 liking tests. Consumers were asked to rinse their mouths with water between two tastings.

205 2.1.4. Turopolje, (TRP) dry cured hams, Zagreb

206 In study with Croatian consumers the dry-cured hams made from autochthonous Turopolje pig
207 breed were evaluated. For traditional production (T), cooled raw hams (n=5) were shaped and
208 manually salted with the mixture of commercial curing salt and spices (black paper, garlic and
209 red pepper), stacked on piles and left in cold (T=4 °C) for five weeks. After salting, the hams

210 were cold smoked ($T=18^{\circ}\text{C}$, $\text{RH}=80\%$) by beech wood smoke in total eight times, after which
211 they were placed to the drying and ripening chamber under controlled conditions ($T=12^{\circ}\text{C}$,
212 $\text{RH}=75\%$). For production of (IT) the same processing technology was applied, except that for
213 less-salted hams ($n=5$) the salting time was shortened from 5 weeks to 3 weeks, while for less-
214 smoked hams ($n=5$) the difference consisted in 50% reduction of smoke application. Sampling
215 for sensory tests was performed when dry-cured hams were about 12 months old. To follow a
216 common experimental design, the T and IT dry-cured hams from Turopolje pig breed were
217 compared with two conventional types of dry-cured hams (standard and premium quality) from
218 commercial pork chains. Before tasting, ham slices were equilibrated to room temperature (20
219 $^{\circ}\text{C}$). During the sensory test consumers received 5 samples corresponding to all tested treatments
220 and were asked to taste them in a pre-defined random order, meaning that the order of tasting was
221 randomly assigned to each participant according to a common study design. Between two tastings
222 consumers were asked to rinse their mouths with water and eat a piece of toast.

223

224 ***2.2 Consumer studies- Experimental design and general aspects.***

225 *2.2.1. Consumer recruitment*

226 A total of 487 consumers participated in the four studies, in the range 121 - 124 consumers per
227 city. Table 2 presents the main socio-demographic traits of the consumers per city. In all the case
228 studies, the same design was used, and the traditional products and innovations of the region were
229 analyzed together with the conventional and/or premium conventional product. A quota sampling
230 procedure was applied in terms of gender and age to ensure representativeness in each city.
231 Consumers were recruited from a consumers' panel belonging to a market company and
232 economically compensated for their participation. The sample size correspond to what is
233 commonly used in the literature of consumers' acceptance studies (Hough et al., 2006).

234 The consumers recruited had to meet some common criteria: i) they were required to eat pork on
235 a regular basis (in addition, in case of French-case study, they were required to have purchased

236 high quality dry-cured hams in the last 3 months); ii) they were required to be partially or totally
237 responsible for food purchase at home, and iii) they were required to be between 18 and 75 years
238 old.

239 The consumers were asked to evaluate the products (T, IT products and conventional-premium)
240 in a three-step sensory test, (through the methodology of the expectancy-disconfirmation model):

241

242 1) Blind liking (perceived sensory acceptability, P):

243 In the first test, the participants had to test and evaluate a portion of each of the products, without
244 having any information about them. A hedonic 9 points scale (from 1= dislike extremely to 9=
245 like extremely) was used to measure the general acceptability of the coded samples according to
246 their taste (perceived taste).

247

248 2) Expected liking (expected acceptability, E):

249 In the second test, consumers received only a sheet with information about the pig breed or the
250 local pork chain, the production system or the ripening duration, and/or the nutritional properties
251 of the products or their potential effects on human health. They were asked to read the information
252 carefully and to express their acceptability of the products on the same scale as in the previous
253 test, based solely on information.

254

255 3) Informed liking (informed acceptability, I):

256 Finally, the consumers were provided with additional samples of each of the products along with
257 a sheet with the description of the pig breed, the production system or the ripening duration, and/or
258 the nutritional properties or their potential effects on human health. The consumers were asked to
259 read the information before testing the sample and were invited to score each sample on the same
260 scale as the previous two tests.

261 This methodological approach relies on the expectancy-disconfirmation model (Oliver, 1980) and
262 the assimilation theory. Accordingly, the difference between the expected and blind liking is
263 defined as a "disconfirmation". Disconfirmation can be positive when the blind acceptability score

264 is statistically higher than the expected score but can also be negative when the blind acceptability
265 score is statistically lower than the expected score. The assimilation model occurs when the
266 evaluation of the product changes in the same direction of the expectation, while the contrast
267 model occurs when the evaluation of the product changes in the opposite direction to the
268 expectation, thus increasing the discrepancy between the evaluation of the product and the
269 expectation. In addition, in the case of assimilation, when the difference between the expected
270 score and the reported score is significantly different from zero, consumers expectations are not
271 fully satisfied. Incomplete assimilation can lead to a decrease in the consumer's future expectation
272 as a result of repeated disconfirmation (Deliza & Macfie, 1996). The sensory properties that can
273 affect the informed acceptability play an important role in the incomplete assimilation
274 (Napolitano et al., 2007).

275

276 **2.3 Data analysis**

277 Data analyses were performed using the SAS 9.4 software (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)
278 for each case study separately but based on the same model. The model included the treatment
279 (product), the test phase and its interaction as fixed effects and the session as a blocking effect.
280 Repeated measures were considered because each consumer evaluated all the treatments three
281 times (three tests). Significant ($p < 0.05$) mean differences were determined after applying the
282 Tukey test. To evaluate the effect of information and sensory experience on the consumer
283 acceptability, the difference between the expected and perceived liking scores (E-P) as well as
284 the differences between the informed and perceived liking scores (I-P) and between the informed
285 and expected liking scores (I-E) were calculated. Paired t-tests were then performed to establish
286 if those differences were significantly different from zero.

287

288

289

290

291 3. Results and discussion

292 3.1 Results of the four consumer case studies.

293 3.1.1. *Acceptability of Traditional and Innovative products from PNM*

294 The analysis of the results from the study with the Porc Negre Mallorquí (PNM) patties made in
295 a traditional way, showed the treatment without any innovation had the highest sensory
296 acceptance. These results were significantly differentiated from the other studies (see blind and
297 informed columns, Table 3). The PNM is a pig breed reared only on the island of Mallorca, which
298 is approximately 200 km in a straight line from Barcelona. The Consumer's in Barcelona were
299 not acquainted with the PNM system and their products.

300 This can explain why the expectations were lower with respect to the blind test; however, in the
301 informed test (sensory test plus information), the scores reverted to those of the blind test. As
302 reported in a similar study Cerjak et al. (2011), both sensory properties as well as information
303 about a native pig breed influenced consumers' preferences. In the case of repeated tasting with
304 information by consumers, it is foreseeable that consumers move their expectations towards the
305 informed test. Innovative treatments that incorporate healthy attributes (IT₁ & IT₂) were evaluated
306 significantly lower than the remaining products in all phases of the study. The added ingredients
307 to the traditional treatment led to products that were clearly different in taste and that were scored
308 lower than Traditional by consumers; the information provided with the description of these
309 innovative treatments did not change this trend.

310 Fernández-Ginés, Fernández-López, Sayas-Barberá, & Pérez-Alvarez (2005) reported that in
311 some cases, the use of ingredients considered beneficial for health results in products may
312 introduce lower sensory and physicochemical quality. In both treatments, a negative
313 disconfirmation occurred but was not assimilated by the consumers from Barcelona (Table 4).
314 One potential alternative to improve consumer acceptability could be to report exactly what
315 natural ingredient was added to the product since this would likely reduce the uncertainty about
316 the product.

317

318 3.1.2. *Acceptability of Traditional and Innovative products from Cinta Senese*

319 The results of the consumer test conducted in Bologna (Emilia-Romagna) reflected the impact of
320 information on consumer expectations, in this case of dry-fermented sausages (Table 5). The
321 Cinta Senese (CS) dry-fermented sausage is a traditional product from Tuscany, which is a region
322 not far from Bologna. Cinta Senese pig breed has also a PDO distinction on fresh meat. In the
323 absence of information on the origin of the meat and the way of raising the pigs, there were no
324 significant sensory evaluation differences between the different treatments tasted by consumers.
325 This changed very significantly when consumers were provided with that information: the
326 expectations of the two products elaborated with CS ,CS dry-fermented sausages (T) and CS dry-
327 fermented sausages with natural antioxidant (IT), obtained acceptance scores significantly higher
328 than the control commercial products, and, among them, the premium product had higher scores
329 than the conventional. In the last phase of the test, which was the combination of the information
330 and the tasting, two treatments elaborated with CS also obtained the highest acceptance, but no
331 significant differences were found between the IT and premium. The two treatments elaborated
332 with CS had a negative disconfirmation because the consumer had higher expectations than
333 sensory blind acceptance but this disconfirmation was not assimilated because consumers did not
334 move their informed taste towards their expectations (Table 6).

335

336 3.1.3. *Acceptability of Traditional and Innovative products from the Noir de Bigorre chain –*
337 *Gascon breed*

338 The three products tasted in this case study and the information provided to consumers are
339 described in (Table 7). In the first step of the consumer test, the blind hedonic test showed no
340 significant differences in acceptability scores between the three products, with all having a high
341 liking score (6.7 to 6.8). In contrast, the description of the product and of the pig breed and
342 production system strongly influenced the expected liking, with higher acceptability score for IT
343 than T and the lowest score for IB. Innovation consisting of an additional year of ripening
344 generated significantly higher expectations by consumers, which is in agreement with a previous

345 study conducted in Norway (Hersleth, Lengard, Verbeke, Guerrero, & Naes, 2011). In the last
346 step, the hedonic test in the presence of information showed a better acceptability score for the T
347 and IT hams, which were similar, than for the IB ham.

348 Within the products, differences in the acceptability score between the test phases were also
349 observed. For both T and IT hams, higher than expected blind acceptability scores were observed,
350 indicating a negative disconfirmation for these products, whereas the reverse was observed for
351 the IB ham, which exhibited positive disconfirmation (Table 8). Both NB hams displayed higher
352 informed than blind acceptability scores: information provided to consumers improved the
353 product's acceptability, i.e., a significant assimilation occurred for these products. For T, the
354 informed acceptability score was like the expected acceptability score (complete assimilation),
355 denoting a complete fulfilment of hedonic expectations for this product. In the case of IT,
356 assimilation was incomplete (the informed score lower than the expected score), indicating that
357 consumers' expectations that were aroused by the innovation consisting of an additional year
358 ripening were not fully satisfied. This can decrease future consumer expectations. Conversely, in
359 the case of IB ham, the informed acceptability score was lower than the blind score, i.e., a
360 significant contrast was observed, denoting a negative impact of the information provided in terms
361 of the consumers' perception of the product (Zakowska-Biemans, Sajdakowska, & Issanchou,
362 2016).

363 *3.1.4. Acceptability of Traditional and Innovative products from Turopolje pig breed*

364 Consumer sensory tests were carried out in the Zagreb area with three types of dry-cured hams
365 (typically salted and smoked, less salt or less smoke) from the local Turopolje (TRP) pig breed
366 using outdoor production system as well as two types of conventional dry-cured hams (standard
367 and premium quality) from conventional breeds using intensive pig farming. The result showed a
368 trend like that of the previous countries. In the blind test, in the absence of information about the
369 breed, production system and product innovation, no significant differences in the acceptability
370 between the TRP hams and conventional hams were found (Table 9). That means that the
371 consumers did not appreciate any sensory differences between treatments. On the other hand, in

372 the expectancy test, when consumers had only the information about pig breed/production system
373 and innovation, the hams made with TRP meat had higher acceptance than conventional hams,
374 but only typical TRP ham was preferred over the premium ham. Finally, when tasting was
375 repeated with the information, all TRP hams scored higher than premium ham, while innovative
376 TRP hams scored like standard ham. In general, the consumers who participated in the study were
377 acquainted with TRP breed and gave higher scores to its T (i.e., typical TRP ham) than to the
378 conventional hams for both the expected and informed testing conditions. This result suggests a
379 preference of typical TRP ham over the conventional hams by local consumers. For IT from the
380 TRP breed, the advantage was not so clear. However, a good acceptance of health-related
381 innovations in TRP ham could be noted, as no significant differences were found in the
382 acceptability between less salted and less smoked and typical TRP dry-cured ham. The effect of
383 information on health innovations on TRP dry-cured ham acceptance, elucidated by an
384 assimilation model (Deliza & Macfie, 1996) , showed that in typical TRP dry-cured ham and TRP
385 dry-cured ham with less salt, the consumers confirmed their expectations. In TRP dry-cured ham
386 with less smoke, the consumers had a negative disconfirmation, but this higher level of
387 expectations was not assimilated by the consumers during the informed test. However, it is
388 interesting that judgement markedly moved toward expectations but without reaching a
389 statistically significant difference in terms of the I – B scores at the 0.05 level (Table 10).

390

391 *3.1.5. Comparison between different information conditions on different product types.*

392 In all consumer tests (except in Barcelona), the conventional products evaluated (standard quality)
393 were positively disconfirmed: Consumers tended to expect lower sensory quality from these
394 products.

395 On the contrary, consumers expected higher quality in the products from autochthonous pig
396 breeds. All consumers (except in the test of Barcelona) had a similar behaviour: higher
397 expectations of T and IT differentiated significantly from the remaining products. These results
398 agree with those obtained in other similar studies (Cerjak et al., 2011; Iaccarino, Monaco,

399 Mincione, & Cavella, 2006). However, when consumers tasted the products without having the
400 information, no differences on sensory perception among products were found, except for
401 Barcelona test. In this case, intrinsic sensory quality influenced positively the liking score.
402 Consequently, Barcelona can be a new market for PNM products.

403 Sensory quality is relevant regarding how a consumer judges a product (Iaccarino et al., 2006).
404 Although sensory properties play an important role in the determination of actual liking, if the
405 meat is acceptable in terms of sensory properties, information about the production system,
406 processing or the meat nutritional characteristics allows the consumers to gain a more positive
407 perception of the product and increase their acceptability (Napolitano et al., 2007). Hence,
408 information about a traditional pig breed can be used as an influential marketing tool to
409 differentiate meat products (Cerjak et al., 2011), but marketing should take into consideration the
410 two most important variables: health reasons and taste preferences (Marino et al., 2017).

411 In all cases of this present study, acceptability improved when consumers had information but
412 only in a few products this information was assimilated by the consumers. This was the case for
413 the study in Toulouse where knowledge of the ham quality label (PDO) and of the pig breed and
414 production system had a significant influence on expectations and sensory acceptability. It is
415 important to keep in mind that information provided by producers could deeply influence the
416 buying decisions of this group of consumers (Marino et al., 2017).

417

418 **4. Conclusions**

419 Innovative products focusing on healthy and process innovation must consider the information
420 provided to the consumers and the sensory quality of the products.

421 Results showed high expectations for the T and IT products, in the cases where consumers were
422 familiar with the traditional product and its production system (CS, NB and TRP). In the consumer
423 test in Barcelona, consumers were not acquainted with the PNM. The combination of the

424 information on products with the tasting sensory properties tended to reduce the differences with
425 respect to expectations.

426 The information provided, in some cases together with the sensory test, led to an increase in the
427 acceptability of the Traditional products mainly the PNM patty. Consequently, Barcelona can be
428 a new market from these products. The consumer study on dry cured ham from the Gascon breed
429 showed that the inclusion of information resulted also in a higher acceptance compared to blind
430 tests.

431 This study showed that the information provided to the consumers influenced the acceptability of
432 the product obtained from autochthonous pig breeds. In the case of the conventional products, the
433 information provided negatively influenced consumers' perceptions and expectations. On the
434 other hand, information regarding the premium or traditional products significantly increased the
435 consumers' expectations, mainly when consumers know the product. This study highlighted the
436 need to emphasize the breed and the production system in traditional pork products -i.e. by
437 including information on the label or in specific leaflets, but we can conclude that the sensory
438 quality had a significant role on the preferences of consumers.

439

440 **Acknowledgements**

441 This study received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation
442 programme under grant agreement No 634476 (Project acronym: TREASURE). IRTA thanks
443 CERTA funding. The authors thank M^a José Bautista, Jaume Dilme and Agustí Quintana for their
444 technical assistance. E. A. Rivera-Toapanta is a recipient of a doctoral fellowship awarded by the
445 INIA (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria).

446 The content of this paper reflects only the author's view and the European Union Agency is not
447 responsible for any use that may be made of the information it contains.

448

449

450

451 **References**

- 452 Andrés, A., Barat, J. M., Grau, R., & Fito, P. (2008). Principles of Drying and Smoking. In
453 *Handbook of Fermented Meat and Poultry* (pp. 37–48).
454 <https://doi.org/10.1002/9780470376430.ch5>
- 455 Carrillo, E., Varela, P., & Fiszman, S. (2012). Effects of food package information and sensory
456 characteristics on the perception of healthiness and the acceptability of enriched biscuits.
457 *Food Research International*, *48*(1), 209–216.
458 <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.03.016>
- 459 Cerjak, M., Karolyi, D., & Kovačić, D. (2011). Effect of information about pig breed on
460 consumers' acceptability of dry sausage. *Journal of Sensory Studies*, *26*(2), 128–134.
461 <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2011.00329.x>
- 462 Cerjak, M., Petrčić, M., & Karolyi, D. (2017). Effect of Information about Animal Feeding on
463 Consumer Acceptability of Sausages from Turopolje Pig Breed. *Agriculturae Conspectus*
464 *Scientificus*, *82*(2), 151–154.
- 465 Cheung, P. (1998). Plasma and hepatic cholesterol levels and fecal neutral sterol excretion are
466 altered in hamsters fed straw mushroom diets. *The Journal of Nutrition*, *128*(9), 1512–
467 1516. Retrieved from <https://academic.oup.com/jn/article-abstract/128/9/1512/4722449>
- 468 Deliza, R., & Macfie, H. J. H. (1996). The generation of sensory expectation by external cues
469 and its effect on sensory perception and hedonic ratings: A review. *Journal of Sensory*
470 *Studies*, *11*(2), 103–128. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.1996.tb00036.x>
- 471 Fernández-Ginés, J. M., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., & Pérez-Alvarez, J. A. (2005).
472 Meat Products as Functional Foods: A Review. *Journal of Food Science*, *70*(2), R37–R43.
473 <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb07110.x>

- 474 Ganhão, R., Estévez, M., Kylli, P., Heinonen, M., & Morcuende, D. (2010). Characterization of
475 selected wild mediterranean fruits and comparative efficacy as inhibitors of oxidative
476 reactions in emulsified raw pork burger patties. *Journal of Agricultural and Food*
477 *Chemistry*, 58(15), 8854–8861. <https://doi.org/10.1021/jf101646y>
- 478 Garbowska, B., Radzymińska, M., & Jakubowska, D. (2013). Influence of the origin on selected
479 determinants of the quality of pork meat products. *Czech Journal of Food Sciences*, 31(6),
480 547–552. <https://doi.org/10.17221/479/2012-cjfs>
- 481 Guerrero, L., Claret, A., Verbeke, W., Vanhonacker, F., Enderli, G., Sulmont-Rossé, C., ...
482 Guàrdia, M. D. (2012). Cross-cultural conceptualization of the words Traditional and
483 Innovation in a food context by means of sorting task and hedonic evaluation. *Food*
484 *Quality and Preference*, 25(1), 69–78. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.01.008>
- 485 Guerrero, L., Guàrdia, M. D., Xicola, J., Verbeke, W., Vanhonacker, F., Zakowska-Biemans, S.,
486 ... Hersleth, M. (2009). Consumer-driven definition of traditional food products and
487 innovation in traditional foods. A qualitative cross-cultural study. *Appetite*, 52(2), 345–
488 354. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2008.11.008>
- 489 Halagarda, M., Kędzior, W., Pyrzyńska, E., & Kudelka, W. (2018). Fatty acid compositions of
490 selected Polish pork hams and sausages as influenced by their traditionality. *Sustainability*
491 *(Switzerland)*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/su10113885>
- 492 Hersleth, M., Lengard, V., Verbeke, W., Guerrero, L., & Naes, T. (2011). Consumers’
493 acceptance of innovations in dry-cured ham: Impact of reduced salt content, prolonged
494 aging time and new origin. *Food Quality and Preference*, 22(1), 31–41. Retrieved from
495 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329310001205>
- 496 Hough, G., Wakeling, I., Mucci, A., Chambers IV, E., Gallardo, I. M., & Alves, L. R. (2006).
497 Number of consumers necessary for sensory acceptability tests. *Food Quality and*
498 *Preference*, 17(6), 522–526. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.07.002>

- 499 Iaccarino, T., Monaco, R. Di, Mincione, A., & Cavella, S. (2006). Influence of information on
500 origin and technology on the consumer response: The case of soppressata salami. *Food*
501 *Quality and Preference*, 17(1), 76–84. Retrieved from
502 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329305001357>
- 503 Kallas, Z., Martínez, B., Panella-Riera, N., & Gil, J. M. (2016). The effect of sensory experience
504 on expected preferences toward a masking strategy for boar-tainted frankfurter sausages.
505 *Food Quality and Preference*, 54, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.06.015>
- 506 Karolyi, D., & Cerjak, M. (2015). The acceptance of health related innovations in traditional
507 meat products by Croatian consumers. *Poljoprivreda*, 21(1), 228–231.
508 <https://doi.org/10.18047/poljo.21.1.sup.54>
- 509 Marino, R., della Malva, A., Seccia, A., Caroprese, M., Sevi, A., & Albenzio, M. (2017).
510 Consumers' expectations and acceptability for low saturated fat 'salami': healthiness or
511 taste? *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(11), 3515–3521.
512 <https://doi.org/10.1002/jsfa.8205>
- 513 Mercat, M. J., Lebret, B., Lenoir, H., & Batorek-Lukač, N. (2019). *Gascon Pig*. In « *European*
514 *Local Pig Breeds – Diversity and Performance. A study of project TREASURE* », Eds M
515 Čandek-Potokar & R. Nieto (Eds). Retrieved from
516 <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.83764>, 14 p.
- 517 Napolitano, F., Caporale, G., Carlucci, A., & Monteleone, E. (2007). Effect of information
518 about animal welfare and product nutritional properties on acceptability of meat from
519 Podolian cattle. *Food Quality and Preference*, 18(2), 305–312.
520 <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2006.02.002>
- 521 Norton, J. E., Fryer, P. J., & Parkinson, J. A. (2013). The effect of reduced-fat labelling on
522 chocolate expectations. *Food Quality and Preference*, 28(1), 101–105.
523 <https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2012.08.004>

- 524 OJEU. (2017a). Commission Implementing Regulation (EU) 2017/1552 of 5 September 2017
525 entering a name in the register of protected designations of origin and protected
526 geographical indications (Porc noir de Bigorre (PDO)). Retrieved January 9, 2020, from
527 Official Journal of the European Union website: [https://eur-](https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2017/1552/oj)
528 [lex.europa.eu/eli/reg_impl/2017/1552/oj](https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2017/1552/oj)
- 529 OJEU. (2017b). Commission Implementing Regulation (EU) 2017/1554 of 5 September 2017
530 entering a name in the register of protected designations of origin and protected
531 geographical indications (Jambon noir de Bigorre (PDO)). Retrieved January 9, 2020,
532 from Official Journal of the European Union website: [https://eur-lex.europa.eu/legal-](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32017R1554)
533 [content/EN/TXT/?uri=CELEX:32017R1554](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32017R1554)
- 534 Oliver, R. (1980). A Cognitive Model of the Antecedents and Consequences of Satisfaction
535 Decisions. *Journal of Marketing Research*, 17(4), 460–469.
536 <https://doi.org/10.1177/002224378001700405>
- 537 Phillips, D. H. (1999). Polycyclic aromatic hydrocarbons in the diet. *Mutation Research -*
538 *Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 443(1–2), 139–147.
539 [https://doi.org/10.1016/S1383-5742\(99\)00016-2](https://doi.org/10.1016/S1383-5742(99)00016-2)
- 540 Rop, O., Mlcek, J., & Jurikova, T. (2009, November). Beta-glucans in higher fungi and their
541 health effects. *Nutrition Reviews*, Vol. 67, pp. 624–631. [https://doi.org/10.1111/j.1753-](https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2009.00230.x)
542 [4887.2009.00230.x](https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2009.00230.x)
- 543 Schouteten, J. J., De Steur, H., De Pelsmaeker, S., Lagast, S., Juvinal, J. G., De Bourdeaudhuij,
544 I., ... Gellynck, X. (2016). Emotional and sensory profiling of insect-, plant- and meat-
545 based burgers under blind, expected and informed conditions. *Food Quality and*
546 *Preference*, 52, 27–31. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.03.011>
- 547 Törrönen, R., Kolehmainen, M., Sarkkinen, E., Poutanen, K., Mykkanen, H., & Niskanen, L.
548 (2013). Berries reduce postprandial insulin responses to wheat and rye breads in healthy

549 women. *The Journal of Nutrition. Nutrient Physiology, Metabolism, and Nutrient-Nutrient*
550 *Interactions Berries*. Retrieved from [https://academic.oup.com/jn/article-](https://academic.oup.com/jn/article-abstract/143/4/430/4571545)
551 [abstract/143/4/430/4571545](https://academic.oup.com/jn/article-abstract/143/4/430/4571545)

552 Zakowska-Biemans, S., Sajdakowska, M., & Issanchou, S. (2016). Impact of Innovation on
553 Consumers Liking and Willingness to Pay for Traditional Sausages. *Polish Journal of*
554 *Food and Nutrition Sciences*, 66(2), 119–127. <https://doi.org/10.1515/pjfn-2016-0004>

555

556

557

Tables

558 **Table 1.** Products included in the sensory consumer test per country, as well as the type of product, the conventional and/or premium products used, the
 559 traditional product (T) and the innovations (IT1, IT2).

560

City and country	Pig breed / autochthonous pork chain	Conventional product (Standard Quality)	Conventional product (Premium Quality)	T	IT1	IT2
Barcelona, Spain	Negre Mallorquí (PNM)	Patty conventional	Patty Premium	Patty	Patty Natural Fibre	Patty Natural antioxidant
Bologna, Italy	Cinta Senese (CS)	Dry-fermented sausages conventional	Dry-fermented sausages Premium	Dry-fermented sausages	Dry-fermented sausages Natural antioxidants	
Toulouse, France	Gascon / Noir de Bigorre (NB) chain		Dry-cured ham Premium (Iberico ham – 50% Iberian Pigs)	PDO Noir de Bigorre Dry-cured ham 24 months	PDO Noir de Bigorre Dry-cured ham 36 months	
Zagreb, Croatia	Turopolje (TRP)	Dry-cured ham conventional	Dry-cured ham Premium	Dry-cured ham	Dry-cured ham (Less salting time)	Dry-cured ham (Less smoking time)

561

562

563 **Table 2.** Socio-demographic characteristics of consumers (gender, age).

		Barcelona	Bologna	Toulouse	Zagreb
	n Total	121	121	124	121
1. Gender	% Women	48.8	60.3	56.5	49.6
	% Men	51.2	39.7	43.6	50.4
2. Age	% 18-29 years	12.4	38.7	11.3	17.4
	% 30-39 years	21.5	26.1	14.5	24.0
	% 40-49 years	26.5	16.8	30.7	28.1
	% 50-59 years	22.3	10.9	21.0	14.9
	% > 60 years	17.4	7.6	22.6	15.7

564

565

566 **Table 3.** Acceptability scores (least square means \pm standard error) for the blind, expected and
 567 informed test and their score differences by treatment (Barcelona).

	Product	Blind	Expected	Informed
Porc Negre Mallorquí (PNM) patty ¹	T	6.6 \pm 0.15 ^a	6.3 \pm 0.14 ^{bc}	7.1 \pm 0.10 ^a
PNM patty with natural fibre	IT1	5.2 \pm 0.20 ^c	5.7 \pm 0.15 ^d	5.4 \pm 0.21 ^c
PNM patty with natural antioxidants	IT2	5.6 \pm 0.21 ^c	6.1 \pm 0.16 ^{cd}	5.7 \pm 0.20 ^c
Mix Pork and Beef patty	Standard	6.0 \pm 0.16 ^b	6.6 \pm 0.15 ^b	6.4 \pm 0.15 ^b
Beef patty	Premium	6.1 \pm 0.15 ^b	7.1 \pm 0.14 ^a	6.4 \pm 0.13 ^b

568 Different letters (a, b, c, d) in the same column indicate significant differences ($p < 0.05$) between groups

569

570

571 **Table 4.** Effect of expectation on acceptability of different pork products (Barcelona)

Products	E - B^a		I - B^b		I - E^c
Porc Negre Mallorquí (PNM) patty (T)	-0.3	Confirmation	0.5*	Assimilation	0.8* Incomplete
PNM patty with natural fibre (IT1)	0.5*	Negative disconfirmation	0.2		-0.3
PNM patty with natural antioxidants (IT2)	0.5*	Negative disconfirmation	0.1		-0.4
Mix Pork and Beef patty	0.6*	Negative disconfirmation	0.4		-0.2
Beef patty	1*	Negative disconfirmation	0.3		-0.7*

572 ^a Expected minus blind liking scores; ^b Informed minus blind liking scores Informed minus expected liking
573 scores; * $p < 0.05$
574

575

576

577

Table 5. Acceptability scores (least square means \pm standard error) for the blind, expected and

578

informed test and their score differences by treatment (Bologna).

	Product	Blind	Expected	Informed
Cinta Senese (CS)				
dry-fermented	T	6.6 \pm 0.16	7.5 \pm 0.09 ^a	6.9 \pm 0.15 ^a
sausages				
CS dry-fermented				
sausages with natural	IT1	6.6 \pm 0.18	7.5 \pm 0.10 ^a	6.8 \pm 0.18 ^{ab}
antioxidants				
Dry-fermented	Standard	6.4 \pm 0.16	5.3 \pm 0.15 ^c	6.0 \pm 0.15 ^c
sausages				
Dry-fermented	Premium	6.3 \pm 0.15	6.0 \pm 0.14 ^b	6.3 \pm 0.14 ^{bc}
sausages premium				

579

Different letters (a, b, c, d) in the same column indicate significant differences ($p < 0.05$) between groups

580

581 **Table 6.** Effect of expectation on the acceptability of different pork products (Bologna)

582

Products	E - B^a	I - B^b	I - E^c
	0.9*		
Cinta Senese (CS) dry-fermented sausages (T)	Negative disconfirmation	0.3	-0.6*
	0.9*		
CS dry-fermented sausages with natural antioxidant (IT1)	Negative disconfirmation	0.2	-0.7*
	-1.1*		
Dry-fermented sausages	Positive disconfirmation	-0.4	0.7*
	-0.3		
Dry-fermented sausages premium	Confirmation	0	0.3

^a Expected minus blind liking scores; ^b Informed minus blind liking scores
 Informed minus expected liking scores; * $p < 0.05$

583

584
 585 **Table 7.** Acceptability scores (least square means \pm standard error) for the blind, expected and
 586 informed test and their score differences by treatment (Toulouse).

	Product	Blind	Expected	Informed
Noir de Bigorre PDO ham, 24 months ripening	T	6.7 \pm 0.14	7.2 \pm 0.11 ^b	7.2 \pm 0.10 ^a
Noir de Bigorre PDO ham 36 months ripening	IT1	6.7 \pm 0.14	7.8 \pm 0.11 ^a	7.4 \pm 0.11 ^a
Iberian ham, 50% Iberian pig (IB)	Premium	6.8 \pm 0.15	5.2 \pm 0.15 ^c	5.9 \pm 0.17 ^b

587 Different letters (a, b, c, d) in the same column indicate significant differences ($p < 0.05$) between groups

588
 589
 590

591 **Table 8.** Effect of expectation on the acceptability of different pork products (Toulouse).

592

	E - B^a	I - B^b	I - E^c
Noir de Bigorre ham, 24 months ripening (T)	0.5* Negative disconfirmation	0.5* Assimilation	0 Complete
Noir de Bigorre ham, 36 months ripening (IT1)	1.1* Negative disconfirmation	0.7* Assimilation	-0.4* Incomplete
Iberian ham, 50% Iberian pig (IB)	- 1.6* Positive disconfirmation	-0.9* Contrast	0.7* Incomplete

^a Expected minus blind liking scores; ^b Informed minus blind liking scores Informed minus expected liking scores; * $p < 0.05$

593

594 **Table 9.** Acceptability scores (least square means \pm standard error) for the blind, expected and
 595 informed test and their score differences by treatment (Zagreb).

	Product	Blind	Expected	Informed
Turopolje (TRP) dry-cured ham	T	6.6 \pm 0.16	7.0 \pm 0.17 ^a	7.0 \pm 0.15 ^a
TRP dry-cured ham less salt	IT1	6.5 \pm 0.17	6.6 \pm 0.18 ^{ab}	6.6 \pm 0.16 ^{ab}
TRP dry-cured ham less smoked	IT2	6.1 \pm 0.17	6.7 \pm 0.17 ^{ab}	6.6 \pm 0.15 ^{ab}
Standard dry-cured ham	Standard	6.4 \pm 0.17	5.2 \pm 0.16 ^c	6.1 \pm 0.16 ^{bc}
Premium dry-cured ham	Premium	6.4 \pm 0.19	6.4 \pm 0.15 ^b	5.9 \pm 0.17 ^c

596 Different letters (a, b, c, d) in the same column indicate significant differences ($p < 0.05$) between groups

597

598

599 **Table 10.** Effect of expectation on the acceptability of different pork products (Zagreb).

	E - B^a	I - B^b	I - E^c
Turopolje (TRP)	0.4	0.4	0
dry-cured ham (T)	Confirmation		
TRP dry-cured	0.1	0.1	0
ham less salt (IT1)	Confirmation		
TRP dry-cured	0.6*	0.5	-0.1
ham less smoked (IT2)	Negative disconfirmation		
Standard dry-cured	-1.2*	-0.3	0.9*
ham	Positive disconfirmation		
Premium	0	-0.5	-0.5
dry-cured ham	Confirmation		

^a Expected minus blind liking scores; ^b Informed minus blind liking scores Informed minus expected liking scores; * $p < 0.05$

600

601



IV.2 Estudio 2:

Effects of rose hip (*Rosa canina* L.) extract as a natural ingredient on the nutritional composition, oxidative stability and sensory attributes of raw and cooked pork patties from Majorcan Black pig breed under retail conditions. Preparado para enviar a una revista científica en Food Science (2022).



Fotografía 21: Roser silvestre (*Rosa canina* L)

Effects of rose hip (*Rosa canina* L.) extract as a natural ingredient on the nutritional composition, oxidative stability and sensory attributes of raw and cooked pork patties from Majorcan Black pig breed under retail conditions

Evelyn Rivera-Toapanta^a, Maria José Oruna^b, Carlos Terriente^c, Joel Gonzalez^a, Luis Guerrero^a, Ana Claret^a, Jane Parker^b Marta Gil^a, Maria Àngels Oliver^a

^a *IRTA, Food Industries, Finca Camps i Armet, s/n 17121 Monells, Spain.*

^b *The University of Reading, Department of Food and Nutritional Sciences, Whiteknights, Reading, RG6 6DZU.K.*

^c *Formely at IRTA*

*** Corresponding author:**

Evelyn Rivera-Toapanta

IRTA Food Industries

Finca Camps i Armet, s/n, 17121 Monells, Spain

E-mail address: evelyn.rivera@irta.cat / eveandrea@hotmail.es (Evelyn Rivera-Toapanta)

Abstract

This research evaluated the effect of rose hip (RC, *Rosa Canina* L.) extract as a natural antioxidant ingredient on the nutritional composition and sensory attributes of Majorcan Black Pig patties. Patties were elaborated with 1.5 and 3.0 g of RC and with or without 0.03 g of ascorbic acid. The results suggested that the patties with 15% fat (lower fat, higher α -tocopherol), would be healthier than the ones with 23% fat. The patties containing RC had similar amounts of vitamins C and E, which differed significantly from control. The results indicated that RC could reduce the patty lipid oxidation together with ascorbic acid and this could be a good alternative for food industry. The rose hip Flavour did not show significant differences and its scores were low, suggesting that rose hip extract did not influence negatively the taste of the patties as well as their texture. However, future research is needed to test different concentrations of the extract.

Keywords

Majorcan Black Pig patties

Rose hip extract (*Rosa Canina* L.)

Innovative meat products

Vitamin C, E

Warmed-over flavour

Volatile compounds

1. Introduction

European Union is supporting measures that stimulate enhanced added value-products to conserve local and threatened livestock breeds (Kallas et al., 2019). Majorcan Black Pig (MBP) is an endangered native breed from Mallorca Island (Gonzalez et al., 2013; Jaume et al., 2008) linked to the local economy and cultural heritage of the region (Rivera-Toapanta et al., 2021; Sanz-Cañada & Muchnik, 2016). The nutritive value of MBP meat is based on the fatty acid profile, who differed from intensive pig meat production (mainly due to higher monounsaturated (MUFA), 49.7% and lower polyunsaturated (PUFA), 11% fatty acids percentages) (Gonzalez et al., 2007). The demand for MBP fat is important for the efficiency of the system, as it is used for elaborating the *Sobrassada*, a traditional type of sausage, and the *Ensaïmada de Mallorca*, a traditional local cake.

Nowadays, consumer perceptions towards healthier meat products are associated with how meat is produced and processed, its nutritional composition, sensory properties and social aspects (Teixeira & Rodrigues, 2021). According to this, the meat industry has been using three main ways to improve the healthiness of meat products: (i) reducing fat and improving the lipid profile, (ii) reducing salt content, (iii) reducing nitrites, nitrates and the replacement of synthetic antioxidants by natural ones (Saldaña et al., 2021). Meat and meat products (raw and cooked) are susceptible to oxidative changes during processing and storage affecting lipids, proteins and the myoglobin iron state (Villalobos-Delgado et al., 2020). The oxidation of muscle lipids involves the degradation of PUFA, generation of malondialdehyde (MDA) and lipid-derived volatiles leading to the sensory and nutritional deterioration of meat products (Ganhão et al., 2013; Morrissey et al., 1998; Shahidi & Pegg, 1994). Consequently, oxidation leads to rancid odour and off-flavour (“warmed-over” flavour, WOF), discolouration, and loss of nutrient value (Estévez et al., 2008; Liu et al., 2010; Mitsumoto et al., 2005).

Concerning WOF and warmer-over odour, it is the result of the oxidation of membrane phospholipids, a process triggered by haemoproteins and other iron during cooking (Igene & Pearson, 1979), which develops within 4 to 48 h of refrigeration and reheating (Byrne et al., 2001;

28 Nissen et al., 2004). Some volatile compounds are directly associated with the development of
29 WOF in meat subjected to refrigerated storage (Ahn et al., 2002; Kerler & Grosch, 1996; Ladikos
30 & Lougovois, 1990), such as the hexanal which was reported to be the most sensitive indicator
31 for lipid oxidation (Ahn et al., 1998). However, other lipid-derived volatiles such as heptanal,
32 octanal and nonanal should also be taken into account due to their low odour threshold values
33 (Resconi et al., 2018; Specht & Baltes, 1994). Hexanal and heptanal are degradation products
34 from long-chain polyunsaturated n-6 fatty acids, mainly linoleic acid, while nonanal, octanal as
35 well as heptanal arise from the oxidation of monounsaturated n-9 fatty acids, e.g. from oleic acid
36 (Meynier et al., 1998).

37 Antioxidants can be used to minimize the development of WOF and to improve the shelf life of
38 meat products (J. Ahn et al., 2002), in particular, α -tocopherol and ascorbic acid (Honikel, 2008;
39 Mitsumoto et al., 2005). More recently, Rose hip (*Rosa canina* L, RC), as a source of natural
40 antioxidants, has been seen to delay the onset of rancid flavours and to stabilize the colour,
41 improve the sensory, nutritional quality and shelf life of meat and meat products due to its
42 antioxidant properties (Contini et al., 2014; Mhalla et al., 2017; Reddy et al., 2013).

43 In addition, as RC fruits contain from 65.75 to 136.14 mg of ascorbic acid /100 g vitamin C
44 (Demir et al., 2014), which resulted in less sodium ascorbate added during manufacturing of
45 frankfurters (Vossen et al., 2012). Previous studies reported that the addition of 5 g/Kg and 30
46 g/Kg of RC extracts to porcine patties (Ganhão et al., 2010) and 5 g/Kg of RC to frankfurters
47 (Vossen et al., 2012), have resulted in delaying lipid and protein oxidation with no apparent
48 drawbacks. Food manufacturers may focus on “Clean Label” reformulations mainly because
49 consumers are much more concerned about the heavy use of artificial ingredients, additives or
50 colorants (Maruyama et al., 2021).

51 Rose hip (RC) can be found in the Mediterranean countries (Demir et al., 2014; Ganhão et al.,
52 2010). Currently, small scale industrial production of RC under the trade mark of
53 GRATACOOL™ takes place in the region of *La Cerdanya* (located in the Pyrenees) which is
54 dispatched to local and premium shops.

55 The present study aimed at producing an innovative healthier product from MBP meat, patties,
56 by enriching them with a Mediterranean berry (rose hip-*Rosa Canina* L), as a possible alternative
57 to ascorbic acid (E 300). Furthermore, this research aimed to assess if rose hip contributed to
58 reduce or mask the off-odours and off-flavours developed in patties previously oxidized under
59 retail display conditions.

60

61 **2. Material and methods**

62 *2.1 Rose hip (Rosa canina L)*

63 Rose hip extract was obtained from GRATACOOOL™ (Bellver de Cerdanya, Spain). RC extract
64 was 100% fresh; it was picked and processed manually to obtain the fresh pulp - free of most of
65 the peel, which was submitted to a pressing process to obtain the paste. All fruit was used to get
66 rose hip extract, with about 40% pulp extract and 60% residues. When obtained, the rose hip
67 extract was frozen (-20° C) until used to carry out the experiments.

68

69 *2.2 Manufacture, packaging and display of Majorcan Black pig patties*

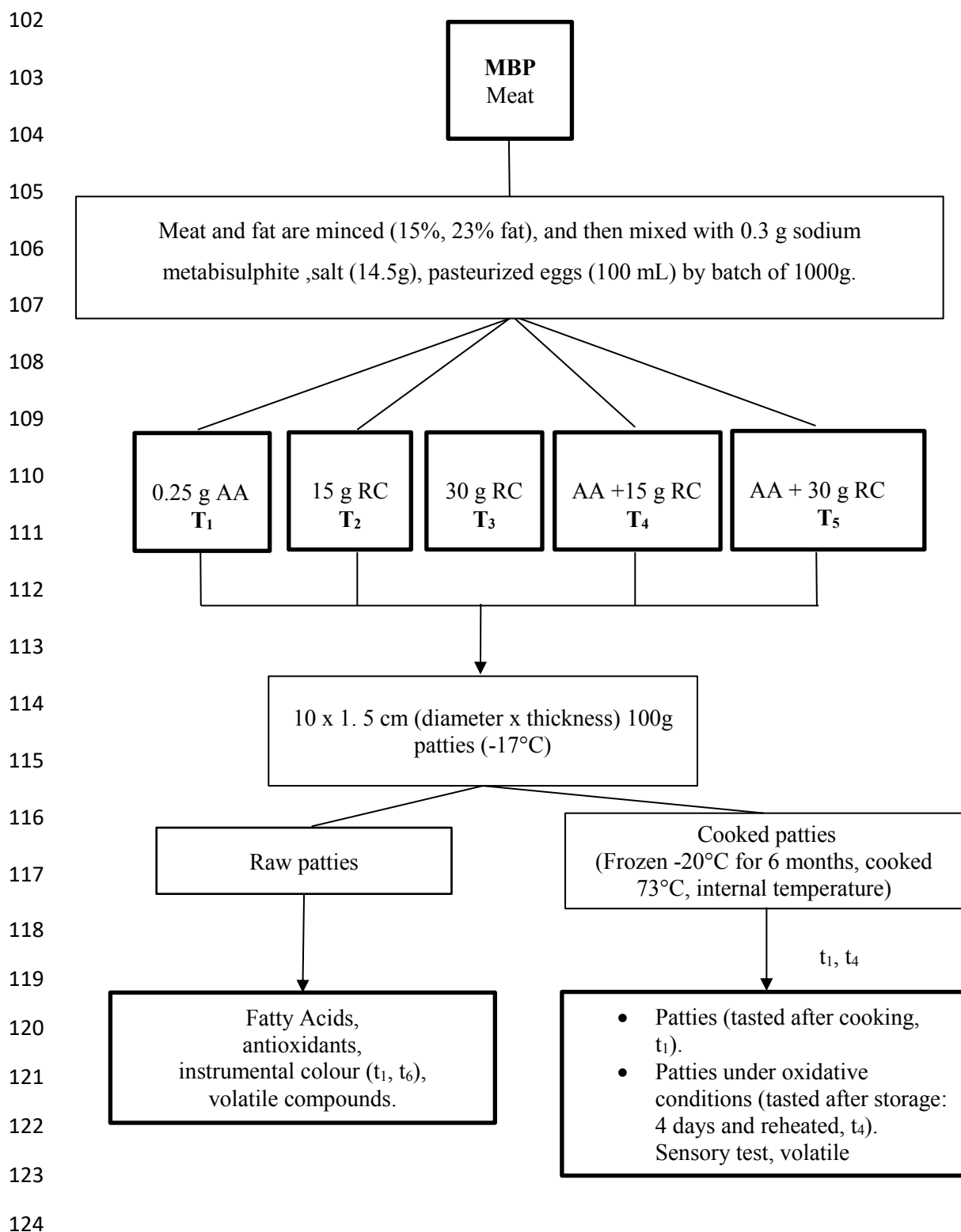
70 The experimental MBP patties were manufactured in a pilot plant at Institute of Agrifood
71 Research and Technology (IRTA, Monells, Girona), following a traditional receipt from a local
72 butcher in order to have the sensory characteristics of this product. Two batches of minced meat
73 containing two different fat content (15 and 23 % fat) were elaborated using the shoulders and
74 backs, each 39 kg weight, in two separate trials: The shoulders and backs were frozen at -17°C,
75 72 hours after slaughter (Can Company, Majorca). They were shipped frozen to the pilot plant
76 and received at -10 °C, then defrosted to -3 °C for 3 days in a refrigeration chamber, and the day
77 of the trial, the pieces were ground using a Guillotine (TecMaq SA, Barcelona) with 4 mm-
78 diameter-cutting disks at a core temperature of -3°C. Fat content was removed from the MBP
79 meat with a knife to obtain the adequate batch fat content (15% or 23%), which was measured by
80 Near-Infrared Transmittance (FoodScan™ analyzer, Type 78810, FOSS, Hillerød, Denmark)
81 (Anderson et al., 2007).

82 Five different treatments of patties were prepared per batch differing in the added amount of RC
83 extract and ascorbic acid (E-300, AA; Collelldevall). Also, 0.3 g sodium metabisulphite (E-223,
84 Collelldevall), 14.5 g sodium chloride and 100 mL of pasteurized egg per kg of meat were added
85 to each batch. According to the literature, the ascorbic acid content of Dog Rose ranges between
86 23.7 and 27.5 g/kg fresh matter (Demir & Özcan, 2001; Egea et al., 2010). Assuming that the

87 major part of ascorbic acid can be extracted from the fresh matter, about 0.355 and 0.750 g
88 ascorbic acid per kg patties could be present in the 15 RC or 30 RC patties, respectively. These
89 amounts could be comparable to what is usually added in commercial patties as ascorbic acid
90 (E300), metabisulfite of potassium (E224) and octyl gallate (E311).

91 The RC extract and ascorbic acid amounts were mixed according to each treatment: T₁ - 0.25 g
92 ascorbic acid; T₂- 15 g rose hip; T₃ - 30 g rose hip; T₄ - 15 g rose hip, 0.25 g ascorbic acid; T₅ -
93 30 g rose hip, 0.25 g ascorbic acid (See Figure 1). As described above, in one trial the patties
94 contained 15% of fat and in the other 23% fat.

95 MBP patties (100g) were prepared in moulds using a conventional burger maker to give average
96 ellipse dimensions of 8.5 (major axis) and 8 cm (minor axis) and 1.4 cm of thickness. Patties for
97 each time display (1, 3 and 6 days) and treatment (Control (T₁) vs T₂, T₃, T₄ and T₅) were wrapped
98 with an oxygen-permeable film, dispensed in polypropylene trays and subsequently stored in a
99 display case (EURO 334 RV, ISA, Perugia, Italy) (BASTIA UMBRA, PG, Italy) with an internal
100 average temperature of 4 ± 1 °C, 12 h of an 800 lux commercial light, and 12 h of darkness each
101 day to simulate commercial conditions.



125 **Figure. 1.** Experimental design of MBP patties (100 g). A.A.: ascorbic acid, RC: rose hip. Treatments: T₁:
 126 (0.03 g ascorbic acid); T₂: (1.5 g RC); T₃: (3.0 g RC); T₄: (0.03 g ascorbic acid +1.5g RC); T₅: (0.03 g
 127 ascorbic acid + 3.0 g RC). Time: t₁ (1day), t₃ (3 days), t₆ (6 days). Oxidative conditions: cooked patties
 128 under 2 °C for 4 days and reheated (t₄).

129 *2.3 Majorcan Black pig meat composition and fatty acid profile*

130 Composition (moisture, protein and fat) was determined from the initial ground MBP meat in the
131 mixture used for the preparation of the patties in the traditional way, before the addition of salt
132 and other ingredients. Ground MBP meat composition was determined using a FoodScan™
133 analyzer (Type 78810, FOSS, Hillerød, Denmark) (Anderson et al., 2007). Subsequently, all
134 samples except those used for the display study, were vacuum packed in aluminium bags and
135 stored at -20°C for further analysis at IRTA, Monells, Girona.

136 Fatty Acids were determined from MBP patties. Lipids were extracted using (2:1) chloroform-
137 methanol extract solution as described by Folch et al. (1957) and Díaz (1994).

138

139 *2.4 Antioxidants analysis*

140 *2.4.1 β - carotene, coenzyme Q and tocopherol analysis in MBP patties with the rose hip (*Rosa**
141 *canina L)*

142 Two grams of sample (± 0.05) were accurately weighed, and 4 ml 0.15 M sodium chloride were
143 added, sonicated for 10 minutes and mixed with 4 ml of ethanol (0.1% BHT). Ten ml of hexane
144 were added and then the samples were centrifuged at 3120 g for 5 min at 4°C in a 4200 centrifuge
145 (Kubota Corporation, Japan). The organic phase was separated and evaporated to dryness with
146 nitrogen, reconstituted with 200 μ L of 2- propanol and 800 μ L of acetonitrile and filtered through
147 a PTFE filter (0.2 μ m porosity). The filtrate was analysed by HPLC -DAD-MS. Three replicates
148 were done for each sample.

149 Chromatographic conditions are summarized in Table S1 (Supplementary material). Three
150 replicates were taken for each sample. The whole procedure was carried out quickly to minimize
151 exposure to light and oxygen. Several standard solutions of varying concentrations, 0.05 μ g/g to
152 2 μ g/g, from a mixed stock solution of α -tocopherol and β - carotene and 0.1 μ g/g to 5 μ g/g from
153 a stock solution of Coenzyme - Q was prepared in ethanol to determine a suitable working range
154 for routine analysis.

155 *2.4.2 Vitamin C analysis*

156 The extraction of Vitamin C was carried out following the method of (Parbhunath et al., 2014).
157 Briefly, 200 mg of sample were mixed with 25 mL of 4.5% metaphosphoric acid solution (Sigma
158 Aldrich Chemie, Sant Quentin Fallavier, France). Solutions were centrifuged at 3000 g for 10
159 min (Kontron Centrikon T-2000, Italy). Supernatants were filtered through ACRODISC, 13 mm
160 mini spike 0.2 µm GHP filters and transfer to amber vials for analysis.

161 *Identification and quantification of Total L-Ascorbic Acid by HPLC with UV detection*

162 Chromatographic conditions are summarized in Table S1 (Supplementary material).
163 Quantification of Vitamin C (as the sum of AA and dehydroascorbic acid, DHAA) was done with
164 an external calibration of L-ascorbic acid (L-AA) (Sigma Aldrich Chemie, Sant Quentin Fallavier,
165 France) at concentrations ranging from 1 to 200 ppm .

166

167 *2.5 Instrumental colour analysis during retail conditions display*

168 Initial colour measurements (day 1 of the display) were taken after 30 min of bloom time from
169 patty preparation and packaging. The instrumental colour of each batch of patties was measured
170 at three points on the surface, obtaining the mean value, at time 0 and 6 days of the display, using
171 a portable spectrophotometer MINOLTA CM-600d, (Konica Minolta INC, Japan), with
172 illuminant D65, 10° standard observer and 8 mm opening size. Results were reported as the
173 average of three consecutive measurements from random locations of each patty.

174

175 *2.6 Volatile compounds analysis of raw and cooked patties*

176 Lipid oxidation was assessed by determining the lipid-derived volatiles pentanal, hexanal,
177 heptanal, octanal and nonanal according to Estévez et al. (2003). Two batches of MBP patties
178 were prepared, i) one batch of raw patties of five treatments (Figure 1), and ii) the second batch
179 of oxidized cooked patties under refrigerated conditions of five treatments.

180 2.6.1 Solid-phase micro extraction for lipid-derived volatile compounds

181 Two grams of the homogenized patty was mixed with 1800 μ l of saturated sodium chloride
182 solution placed in a 20 ml vial. The vial was then placed in the water bath at 37°C for 30 min.
183 Then, the SPME fibre assembly (divinylbenzene / carboxen / polydimethylsiloxane, 50/30 μ m-
184 Supelco, Bellefonte, U.S.A.) was exposed to the headspace while the sample equilibrated during
185 30 min immersed in water at 37°C. Three replicates were prepared for each sample.

186

187 2.6.2 Gas chromatography-mass spectrometry (GC–MS) analysis of SPME extracts

188 Analyses were performed on a 7890-5975 GC-MS system coupled to a mass selective detector
189 (triple-axis Detector, Agilent 5975C). Volatiles were separated using a column (DB-5. 30m, 0.25
190 mm id, 0.25 μ l film thickness; Agilent 122-5532UI). The flow rate was 2mL/min.

191 The split less injection was used, and the injection volume was 2 μ L. The injection temperature
192 was 250 °C. Operation parameters for mass spectra registration were as follows: mass range, 29-
193 400. EL mode (1294 eV), carrier gas, helium; interface temperature, 300 °C; source temperature,
194 200 °C; temperature program, 35°C for 3 min followed by a ramp rate of 4 °C/min to 250 °C, held
195 for 5 min.

196 Experimental linear retention indices (LRI) were calculated about the retention times of a series
197 of standard/ alkanes, run under the same GC/MS conditions. Identifications of compounds were
198 based on the correlation of MS data with spectra in the NIST/Adams MS library and by
199 comparison of experimental LRI values with LRI data published for authentic compounds.

200 Where both MS and LRI data was consistent with those in the literature and obtained for authentic
201 compounds, identifications were considered to be positive. When MS data agreed but no reference
202 LRI data were available, identifications were considered to be tentative.

203 Volatile compounds were identified by comparison of each mass spectrum with spectra from
204 authentic compounds analysed in Flavour chemistry laboratory of University of Reading, spectra
205 from NIST/Adams Mass Spectral database (Version 2.0 a, 2002). To confirm the identification,
206 the linear retention index (LRI) was calculated for each volatile, using the retention times of a

207 homologous series of C5-C22 n-alkanes and by comparing the LRI with those of authentic
208 compounds analysed under similar conditions (Oruna-Concha et al., 2001). The results were
209 provided in arbitrary area units (AAU x 10³).

210

211 *2.7 Sensory Analysis*

212 The sensory evaluation of the samples (patties with 23% and 15% fat) was carried out by eight
213 selected and trained assessors (ISO 8586–1:1993 and ISO 8586–2:1994). Before the sensory
214 analysis, two groups of patties for each treatment were considered. In one group, samples were
215 warmed up in a double preheated hot-plate grill and they were cooked at 73°C for 3 min (Group
216 named NO (means no oxidized); the second group named YES (means oxidized), were left under
217 refrigeration conditions of 2°C for 4 days, to generate the oxidation of the patties. On the day of
218 the sensory test, this group of patties was reheated (73°C for 3 min) before the test.

219 Each patty was cut into eight pieces of 3 x 2.7 x 1.5 cm serving samples. The generation of the
220 descriptors of patties was carried out by open discussion in three previous sessions to the test,
221 looking for traditional characteristics in flavour and texture. Then the description of each
222 descriptor was agreed as well as the scoring scale. The selected descriptors to describe the samples
223 were: i) odour: Intensity, warmed-over odour or rancid, rose hip odour, ii) flavour: saltiness, WOF
224 (warmed-over flavour) or rancid flavour, rose hip, acid, greasy, metallic/liver and iii) texture:
225 juiciness, grainy, crumbliness and oiliness.

226 Samples were coded with three-digit random numbers and were presented to the assessors in ten
227 different sessions balancing the first-order and the carry-over effects (Macfie et al., 1989). A 0-
228 10 scoring scale was used for analysis, where 0 indicates the absence of the descriptor and 10
229 indicates the higher intensity of each descriptor.

230

231

232 *2.8 Data analysis*

233 Chemical and instrumental data analyses were performed using the SAS 9.4 software (SAS
234 Institute Inc., Cary, NC, USA, 2012). The model included the treatment, the fat content and their
235 interaction as fixed effects. Least-squares means (LSMeans) were separated by Tukey's test ($p <$
236 0.05). Statistical analysis was performed with Proc GLM -SAS 9.4 software.

237 Concerning antioxidants, colour parameters (L^* , a^* , b^*) and volatile compounds data, in order to
238 improve the normality and homogeneity of variance of data set (both requirements for linear
239 model application), values were transformed using natural logarithmic transformation, and results
240 were back-transformed for presentation. In the case of colour parameters model included the
241 treatment, fat and time (0 and 6 days) and their interactions as fixed effects. The volatile
242 compounds model incorporated treatment, fat and their interaction as fixed effects. The estimation
243 method was a restricted maximum likelihood and a Residual approximation was used to determine
244 degrees of freedom. Statistical analysis of volatiles was executed with Proc GLIMMIX- SAS 9.4
245 software.

246 For the sensory scores, data were subjected to analysis of variance (ANOVA), including oxidation
247 effect in the statistical model, using the XLSTAT 2014 software (Addinsoft, Paris, France).
248 Panellists and sessions were not taken into account for the model.

249

250 **3. Results and discussion**

251

252 *3.1 Ground MBP composition*

253 The contents of fat, protein and moisture were 23, 17 and 60 %, respectively in-ground MBP meat
254 of batch 1 whereas those of batch 2 were 15, 18 and 66 %, respectively. Both batches were used
255 for the preparation of experimental patties as designed.

256

257 *3.2 Effect of rose hip and fat percentage of patties on their fatty acid composition*

258 In this study, treatments enriched with rose hip (1.5 and 3% w/w) had no significant effect on the
259 fatty acid (FA) composition of MBP patties and because of this, the results are not presented in a
260 Table. Conversely, a significant effect of the fat content on the main fatty acids was found (Table
261 1); oleic acid content was significantly higher in patties with 23% fat (47.55%) in comparison to
262 patties with 15% fat (46.54%). According to Wood et al. (2003), the properties of technological
263 meat quality influenced by fatty acids are fat tissue firmness (hardness), shelf life (lipid and
264 pigment oxidation) and flavour.

265 The results of this study in patties differed from those of Wood et al. (2003): this autochthonous
266 breed had higher levels of oleic acid (47%) and lower levels of linoleic and linolenic acids (6 %
267 and 0.4 %, respectively), which could make the meat of MBP less susceptible to lipid oxidation

268 Our results differed also from those obtained by Gonzalez et al., (2007) on MBP, since in the
269 present research less percentage of linoleic acid and higher percentage of oleic acid were found.

270 In addition, an increase in the ratio of n-6: n-3 from 10.30 to 18.06 was observed, which could be
271 due to the fact that the patties contained a mixture of back fat, inter and intramuscular fat. Despite
272 this, the n-6: n-3 fatty acids ratio found in MBP fat was still lower than those found in other pig
273 breeds (intensive production) as reported by Mas et al. (2011), who showed values around 23
274 (*Longissimus thoracis* intramuscular fat of York-sired pigs).

275

276 **Table 1:** Least-squares means of the main fatty acid profile (%) and nutritional ratios from
 277 MBP patties (raw) with 15% and 23% fat.

278

	Structure	Fat		<i>P</i> value	RMSE
		23%	15%		
<i>Fatty acids (%)</i>					
Palmitic	C16:0	23.82 ^a	22.92 ^b	< 0.001	0.434
Stearic	C18:0	11.16	11.10	ns	0.595
Oleic	C18: 1 (n-9)	47.55 ^a	46.54 ^b	< 0.001	0.844
Linoleic	C18: 2 (n -6)	6.19 ^b	7.05 ^a	< 0.001	0.239
Linolenic	C18:3 (n-3)	0.36 ^b	0.38 ^a	< 0.001	0.019
	n-6 /n-3	18.09 ^b	20.53 ^a	< 0.001	0.987
	PUFA/ SFA	0.19 ^b	0.24 ^a	< 0.001	0.013

279

280

281

282

283

Values are the LSMEAN of triplicate analysis (patty: 100g). Expressed as % Fat: 23% and 15% fat.
 RMSE: Root mean square error. Different letters (a, b) within the same row indicates significant differences
 between treatments. ns: not significant.

284

3.3 Effect of treatment and fat content on the antioxidant composition

285

286

287

288

289

290

291

292

293

294

Table 2 shows the effects of treatment (T) and fat (F) content on the quantity of antioxidants
 detected in the MBP patties (β -carotene, coenzyme Q and α -tocopherol), as well as the interaction
 (T*F). No significant differences were found between treatments for α -tocopherol, β -carotene
 and coenzyme Q. The treatments (T₂ to T₅) had similar amounts of these antioxidants, which
 differed significantly from T₁, with no rose hip added and only ascorbic acid, where no detectable
 concentrations of these compounds were found. These results may have been influenced by
 different factors, such as the origin of the rose hip, treatment of the sample, temperature and
 oxygen, since these antioxidants are thermolabile and photosensitive (Fan et al., 2014).
 Significant variations in organic acids, phenolics, water soluble vitamins, and minerals of RC
 have been reported over the years by various researchers (Ercisli, 2007).

295

296

297

298

299

Regarding Vitamin C, significant differences were observed between treatments. T₁
 (control) patties contained ascorbic acid additive (E 300), T₄ and T₅ patties contained two sources
 of this vitamin, commercial ascorbic acid and RC extract and T₂ and T₃ patties contained only RC
 extract as a natural source of this antioxidant. Regardless of the fat content, significantly higher
 concentrations of AA were found in T₁, T₄, and T₅ compared to T₂ and T₃, as expected. The

300 ascorbic acid from RC extract gave an added value to the nutritional composition of the patties
301 (T₂ and T₃). Apart from slightly contributing to reduce the use of ascorbic acid in their formulation
302 in relation to the control patties, as the rose hip extract provided small amounts of other natural
303 antioxidants together with ascorbic acid, the patties were enriched with a pool of different
304 antioxidants. Previous studies (Ganhão, Estévez, et al., 2010; Utrera et al., 2015; Vossen et al.,
305 2012) have showed that RC was suitable for use as a functional ingredient in raw pork burgers
306 patties (250g of water solution of *Rosa canina* L, (Ganhão et al., 2010)), beef patties (50g *Rosa*
307 *canina* L water extract (Utrera et al., 2015)), and porcine frankfurters (5g/kg and 30 g/kg *Rosa*
308 *canina* L (Vossen et al., 2012)) because of its content in ascorbic acid and its health benefits (Fan
309 et al., 2014). RC extract was very useful in processed meats, more specifically in pig burgers,
310 since it enhanced oxidative stability, colour, texture and delayed lipid and protein oxidation
311 (Ganhão et al., 2010).

312 Concerning the effect of the patties fat content on these variables, only significant differences (p
313 < 0.001) were observed for α -tocopherol. The patties with 15% fat had a higher content of α -
314 tocopherol (1.82 mg/kg) compared to the patties with 23% fat (1.20 mg/kg). These results can be
315 explained as a chemical reaction among tocopherol with the number of lipid radicals available.
316 Schneider (2005) reported that lipid oxidation depends on the numbers of available lipid radicals
317 that react with molecular oxygen. The chain reaction propagates itself and it ends when an inactive
318 substance is formed such as α -tocopherol (vitamin E) (Schneider, 2005). This result suggested
319 that the patties with 15% fat would be healthier because of their lower fat percentage and because
320 they contained higher concentrations of natural antioxidants, especially α -tocopherol. So,
321 although the amount of the vitamins were relatively small, it could be said that these patties were
322 enriched and that this could also positively influence their shelf life. Concerning this, Nissen et
323 al. (2004) showed that while vitamin E had a negative correlation with hexanal displayed its
324 antioxidative effect and thus, its ability to preserve sensory fresh meat flavour/odour. Also, RC
325 extract could contribute with small doses of vitamins E and C to the nutritional value of the meat
326 products.

327 **Table 2:** Least-squares means of natural antioxidants from MBP patties (raw) with 15 % and
 328 23% fat enriched with rose hip (RC, *Rosa canina L.*)

	Treatment*Fat					P value			RMSE
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T	F	T*F	
β-carotene									
23%Fat	nd	0.1	0.05	0.04	0.09	0.571	0.129	0.105	0.634
15% Fat	nd	0.05	0.11	0.15	0.14				
Coenzyme Q									
23%Fat	nd	1.73	1.89	1.6	1.11	0.239	0.263	0.846	0.329
15% Fat	nd	1.79	2.03	1.90	1.57				
α- Tocopherol									
23%Fat	nd	1.4 _y	1.34 _y	1.52 _y	1.69 _y	0.891	<.0001	0.115	0.157
15% Fat	nd	2.44 _x	2.3 _x	2.36 _x	2 _x				
Vitamin C									
23%Fat	180.6 ^b	11.7 ^d _y	41.9 ^c	190.2 ^{ab}	245 ^a	<.0001	0.004	<.0001	0.1546
15% Fat	215.6 ^a	27.3 ^d _x	45.3 ^c	196.9 ^a	196.3 ^a				

329 Values are the LSMEAN of triplicate analysis (patty: 100g). Expressed as (mg/kg).
 330 Treatments: T₁ :(0.03 g ascorbic acid); T₂: (1.5 g RC); T₃: (3.0 g RC); T₄ :(0.03 g ascorbic acid +1.5g RC);
 331 T₅: (0.03 g ascorbic acid + 3.0 g RC). RMSE: Root means square error. Different letters (a, b, c, d) within
 332 the same row indicate significant differences between treatments. Different letters (x, y) within the same
 333 column indicate significant differences between percent fat. nd :no detectable.
 334

335 3.4 Instrumental colour analysis of MBP patties during retail conditions display

336 There were no significant differences ($p > 0.05$) of the main effects (fat, time and treatment). The
 337 significant interactions were Fat * time for Lightness (L*), and Treatment * time for redness (a*).
 338 In the case of yellowness (b*), there were significant differences in the interaction Treatment
 339 *time (Table 3).
 340 Meat ground from this study can be considered dark and red, as it was shown by the L* and a*
 341 values (47.9 and 6.9, respectively) at 6 days. These values were similar to those obtained in Iberian
 342 pigs or crosses of them (Palma-Granados et al., 2018; Serra et al., 1998). L* value among MBP
 343 patties with 23% and 15% of fat, presented significant ($p > 0.05$) differences (51 and 43,
 344 respectively) at 0 days and (48 and 44) at 6 days, respectively with the highest values attributed
 345 to the patties with the highest fat content (Table 3). Sañudo & Gonzales (2008) showed that the
 346 value of L*and a* reflected the physical state of the meat, the structure of the muscle fibres and
 347 the amount of light.

348 The high values of a^* might be explained because this colour component is related to the muscle
349 pigment content, which increases during the animals' life; therefore animals slaughtered at heavy
350 weights are more prone to produce more intense red meat (García-Macías et al., 1996), as it is the
351 case of MBP (slaughter weight around 150 kg) (Tibau et al., 2019). According to Zakrys et al.
352 (2008) and Mancini & Hunt (2005), changes in the a^* and the oxymyoglobin values appear to be
353 driven by lipid oxidation.

354 Regarding b^* value, there were no significant differences between treatments and the amount of
355 fat. These results may indicate that the chemical state of the MBP meat pigment (b^*) did not
356 change. Gorelik & Kanner (2001) reported that the relationship between lipid oxidation and the
357 pigment that gives meat colour, myoglobin, is proportional. Yu et al. (2002) also reported that a
358 rapid reduction of meat redness is mainly due to lipid oxidation, while the antioxidants could
359 retard such a decrease.

360

Table 3. Least-squares means of lightness (L*), redness (a*) and yellowness (b*) in MBP patties (raw) enriched with rose hip (RC, *Rosa canina L*) for 0 and 6 days storage under retail display conditions in the main effects.

Treatment *Fat (T*F)						Treatment * time (T*t)						Fat*time			P value						
L*	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	L*	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	L*	22% F	15 %F	T	F	t	T*F	T*t	F*t	RMSE
22 % F	47	50	49	50	49	0 days	46	47	46	47	46	0 days	50 ^a _x	43 ^b	0.84	<.001	0.66	0.63	0.9	0.01	0.07
15 % F	44	43	44	43	43	6 days	46	47	47	46	45	6 days	48 ^a _y	44 ^b							
a* 22 % F	8 ^b _y	10 ^a	10 ^a	9 ^a _y	10 ^a	a* 0 days	12 _x	12 _x	13 _x	12 _x	11 _x	a* 0 days	12 _x	12 _x	0.06	0.19	<.001	0.06	0.00 ₃	0.57	0.12
15 % F	10 ^a _x	9 ^b	10 ^a	11 ^a _x	10 ^a	6 days	7 ^{bc} _y	7 ^c _y	7 ^{abc} _y	9 ^a _y	8 ^{ab} _y	6 days	7 _y	8 _y							
b* 22 % F	14	15	16	15	14	b* 0 days	16 _x	15	16	14	14	b* 0 days	15 ^a _x	15 ^b	0.25	0.36	0.06	0.17	0.02	0.06	0.08
15 % F	15	14	15	15	14	6 days	13 ^b _y	14 ^a	15 ^a	16 ^a	14 ^a	6 days	14 _y	15							

Values are LSMEAN (n=3, patty: 100g): L* (lightness), a* (redness), b* (yellowness). Fat: 23% and 15% fat, time: 0 days, 6 days. Treatment (T): T₁:0.03 g ascorbic acid; T₂: 1.5 g RC; T₃: 3 g RC; T₄: 0.03 g ascorbic acid +1.5 g RC; T₅: 0.03 g ascorbic acid +3.02 g RC. RMSE: root means square error. Different letters (a, b) within the same row indicate significant differences between treatments or percentage of fat; and different letters (x, y) within the same column indicate significant differences between percentage fat or between time zero and six days; *p* > 0.05: not significant.

361 *3.5 Volatile compounds of raw and cooked MBP patties as part of the oxidation process*

362
363 The ANOVA test results of the volatile compounds derived from the lipid oxidation of the
364 raw and cooked patties are summarized in Tables 4 and 5, respectively. The interaction among
365 Treatment and fat was significant ($p < 0.05$).

366 In raw MBP patties (frozen at -20°C for 6 months) the following four volatile lipid-
367 aldehydes were identified: pentanal, hexanal, heptanal and nonanal; each of them presented
368 significant differences in the interaction between treatment and fat ($T * F$, $p < 0.05$) (Table 4). In
369 general, these aldehydes were found in every treatment. However, only the treatments enriched
370 with rosehip and ascorbic acid (T_4 and T_5) as well as the control (T_1) in 15% fat (heptanal,
371 nonanal) presented greater antioxidant power since the areas of these four volatile compounds
372 were smaller than in the other treatments.

373

374 In the case of cooked (78°C for 4 min) and oxidized (2°C for 4 days and reheated) MBP patties,
375 octanal was also identified. There were significant differences in the interaction between the
376 treatment and the fat percentage ($p < 0.0001$) for all five lipid-derived volatile compound (Table
377 5). It was also observed that the treatments enriched with ascorbic acid and rosehip extract (T_4
378 and T_5) have greater anti-oxidizing power since the amounts of all the volatile compounds formed
379 were smaller. Although, in the treatment (T_3) area values were even smaller than T_4 for pentanal,
380 hexanal, heptanal, octanal at patties with 23% fat in comparison to the relation of the T_3 of patties
381 with 15% Fat. Concerning the fat effect, the presence of these lipid-derived volatile compounds
382 seemed to be correlated with the amount of fat present in the patties, significantly higher in the
383 treatments with 23% fat, compared to the treatments with 15% fat, thus indicating that patties
384 with a higher amount of fat were more sensitive to lipid oxidation. Moreover, the areas of the
385 volatiles in T_3 with 23% fat were lower than T_4 and T_5 areas. These results can be explained in
386 relation to the content of the 6% of linoleic acid and 47% of oleic acid of those batches of MBP
387 patties (Table 1). The content of these fatty acids influenced the lipid degradation. In the case of
388 batch of patties with 15% fat, those patties had less percentage of oleic acid (46%) and higher
389 percentage of linoleic acid (7%) than the ones of 23% fat (Table 1).

390 In this sense, Ahn & Kim (1998) showed that the presence of hexanal is reported as the most
391 sensitive indicator of lipid oxidation. But, the other lipid-derived volatile compounds such as
392 heptanal, octanal and nonanal are also taken into account due to their low odour threshold
393 (Meynier et al., 1998). Moreover, hexanal and heptanal are degradation products from long-chain
394 polyunsaturated n-6 fatty acids, mainly linoleic acid, while nonanal, octanal as well as heptanal
395 arise from the oxidation of monounsaturated n-9 fatty acids, e.g. from oleic acid (Meynier, Genot,
396 & Gandemer, 1998). Long-chain polyunsaturated fatty acids are known to be less stable towards
397 oxidation compared to monounsaturated fatty acids, which could be a reason that MBP patties
398 had high hexanal area values. In general, i) no dose of RC tested in this study had acted as an
399 efficient antioxidant when used alone in the formulation of treatments T₂ and T₃ (Table 4 and 5).
400 This may be that the effect of certain potential antioxidants may vary considerably depending on
401 a complex interaction between various factors, involving the type and concentration of active
402 components and the nature of the food system (Madsen & Bertelsen, 1995). In addition, ascorbic
403 acid may act as a pro-oxidant in specific conditions, most likely due to the strong reducing power
404 and weak metal-chelating ability (Yen et al., 2002). Various other studies have reported
405 pro/oxidant effects of ascorbic acid, for lipid or protein oxidation in pork (Haak et al., 2009),
406 frankfurters (Mario Estévez et al., 2007) and chicken (Tang et al., 2000). But, in the case of patties
407 under oxidative conditions, ii) the treatments enriched with a mixed of ascorbic acid and rose hip
408 extract showed clear antioxidant activities compared to the control (Table 5).

409 It can be concluded that neither AA nor RC extract on their own were as effective as the
410 combination of AA and RC extract in reducing the formation of lipid-derived volatiles. However,
411 this could be a good alternative for meat product industry, because with this combination of
412 antioxidants such as ascorbic acid and rose hip, the product can be declared as ECO or “Clean
413 Label”.

414 **Table 4.** Volatile compounds (AAU*) from lipid oxidation of MBP raw patties with 23 and 15 % fat enriched with rose hip extract (RC, *Rosa canina L.*)

415

	Treatment					<i>P value</i>			RMSE
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	Treatment	Fat	T*F	
Pentanal									
23%Fat	31	16 _y	18	5 _y	8	0.089	0.021	0.026	0.641
15% Fat	11	50 _x	30	24 _x	18				
Hexanal									
23%Fat	526 ^a	402 ^{ab} _y	397 ^{ab}	173 ^{bc}	109 ^c _y	0.005	0.114	0.032	0.527
15% Fat	267 ^b	990 ^a _x	355 ^b	213 ^b	391 ^b _x				
Heptanal									
23%Fat	21 ^a _x	27 ^a	24 ^a	14 ^{ab}	11 ^b	0.001	0.289	0.023	0.384
15% Fat	7 ^d _y	23 ^{ab}	34 ^a	11 ^{cd}	16 ^{bc}				
Nonanal									
23%Fat	24 ^c _x	126 ^a _x	55 ^b	53 ^b	33 ^{bc}	<.0001	0.003	0.040	0.424
15% Fat	7 ^b _y	38 ^a _y	53 ^a	40 ^a	35 ^a				

*Arbitrary area units: AAU x10³. Treatment (T): T₁:0.03 g ascorbic acid; T₂: 1.5 g RC; T₃: 3 g RC; T₄: 0.03 g ascorbic acid +1.5 g RC; T₅: 0.03 g ascorbic acid +3.02 g RC. Fat: 22% and 15% Fat. . RMSE: root mean square error. Different letters (a, b) in the same row indicate significant differences between Treatments (*p* <0.05); and different letters (x, y) in the same column indicate significant differences between the percentage of fat (*p* <0.05).

416

417

418

419

420

Table 5. Volatile compounds (AAU*) from lipid oxidation of cooked-oxidized MBP patties with 23 and 15 % fat (under 2°C by 4 days) enriched with rose hip extract (RC, *Rosa canina L*).

	Treatment					<i>P value</i>			RMSE
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	Treatment	Fat	T*F	
Pentanal									
23%Fat	77 ^a	65 ^{ab} _x	33 ^c	54 ^b _x	17 ^d _x	<.0001	<.0001	<.0001	0.193
15% Fat	64 ^a	11 ^c _y	28 ^b	12 ^c _y	7 ^d _y				
Hexanal									
23%Fat	1351 ^a _x	1700 ^a _x	428 ^b	569 ^b _x	162 ^c _x	<.0001	<.0001	<.0001	0.228
15% Fat	883 ^a _y	116 ^c _y	458 ^b	72 ^d _y	25 ^e _y				
Heptanal									
23%Fat	65 ^a _x	62 ^a _x	22 ^b _x	25 ^b _x	12 ^c _x	<.0001	<.0001	0.0006	0.236
15% Fat	36 ^a _y	10 ^{bc} _y	14 ^b _y	8 ^{cd} _y	6 ^d _y				
Octanal									
23%Fat	27 ^a _x	20 ^a _x	4 ^c	8 ^b _x	2 ^c	<.0001	<.0001	<.0001	0.294
15% Fat	14 ^a _y	2 ^c _y	3 ^{bc}	1 ^d _y	4 ^b				
Nonanal									
23%Fat	87 ^a _x	66 ^a _x	63 ^a _x	23 ^b _x	13 ^b	0.0006	<.0001	0.0174	0.453
15% Fat	21 _y	14 _y	17 _y	8 _y	17				

*Arbitrary area units: AAUx10³. Treatment (T): T₁:0.03 g ascorbic acid; T₂: 1.5 g RC; T₃: 3 g RC; T₄: 0.03 g ascorbic acid +1.5 g RC; T₅: 0.03 g ascorbic acid +3.02 g RC. Fat: 22% and 15%. RMSE: root mean square error. Different letters (a, b, c) within the same row indicate significant differences between treatments ($p < 0.05$); and different letters (x, y) within the same column indicate significant differences between percentage of fat ($p < 0.05$).

422 *3.6 Sensory Analysis of cooked MBP patties under and without oxidation conditions*

423 Table 6 summarises the mean panel scores of the sensory attributes for the MBP patties (T₁, T₂,
424 T₃, T₄ and T₅), with and without oxidation at two fat levels. The most relevant differences were
425 the effect of the Treatment and Oxidation which are detailed below. No significant differences
426 were found between their interactions (Table 6.)

427

428 *Treatment effect*

429 Odour parameters such as intensity, warmed-over odour or rancid showed significant higher
430 scores in the control treatment (T₁) with respect to the rest of the treatments. These results suggest
431 that the rose hip could mask the rancid odour in the patties, highlighting the potential of rose hip
432 for this application. Concerning WO odour, Armenteros et al (2016) showed that RC extracts
433 controlled the lipid oxidation under refrigerated storage (150 days) in cooked ham, which is due
434 to the presence of ascorbate (vitamin C) as a natural antioxidant of rose hip.

435 Flavour attributes such as saltiness and greasy of patties were not affected by the formulation of
436 each treatment; WOF flavour had the same behaviour as the odour attributes of MBP patties, and
437 acid and metallic flavour had significant differences but were not relevant because the scores were
438 very low. These results suggested that WOF can be masked by rose hip extract, and as
439 consequence, our study suggests that RC could reduce the off-flavours in oxidized-cooked MBP
440 patties. These results are also showed in frankfurters during 60 days of chilled storage (Vossen et
441 al., 2012).

442 Concerning texture descriptors, there were no significant differences among the scores of control
443 treatment (T₁) and the treatments enriched with rose hip. That meant that the addition of different
444 amounts of RC did not affect the texture of the patties. Similar results were reported by Ganhão,
445 Estévez, et al. (2010), who showed that the addition of RC improved the colour of cooked burger
446 patties with no apparent drawbacks in textural properties. However other studies reported that RC

447 changed slightly the texture and it also contributed to the pink colour formation of the frankfurters
448 (Utrera et al., 2015; Vossen et al., 2012).

449

450 *Oxidation treatment and level of fat effect*

451 Two groups of patties were evaluated: i) patties were cooked (at 73°C for 3 min) just before the
452 sensory test and ii) patties were cooked and then were left under refrigeration conditions (2°C for
453 4 days), causing the oxidation of the patties. On the day of sensory test, this last group of patties
454 were reheated before the test session. Regarding the oxidation effect, significant differences were
455 found in the intensity and WO odour among the patties that were under oxidative conditions and
456 patties that were not. Although there were significant differences in the smell of WO, the scores
457 were low in the two groups of patties. Additionally, the rose hip odour received low scores by
458 panelists in the two types of patties (yes and no oxidation), with no significant differences between
459 them, thus suggesting an effect of RC to prevent off-odours.

460 Regarding flavour, significant differences were observed in WOF and metallic attributes. The
461 WOF had similar behaviour as the WO odour, although this parameter showed significant
462 differences, the scores were low in the oxidized and not oxidized patties. The rose hip flavour did
463 not show significant differences and its scores were low in the two kinds of patties, suggesting
464 that rose hip extract did not influence negatively the taste of the patties. Moreover, RC extract
465 could be used as a functional ingredient, it even could enhance the shelf life of meat products, and
466 also as an ingredient to control or mask the WOF development in meat products sensitive to lipid
467 oxidation during refrigerated storage.

468 According to this, Ganhão et al. (2013) reported that using RC extract as an ingredient in patties
469 may be an efficient strategy to enhance the nutritional value, safety and sensory parameters of
470 meat products. Saldaña et al. (2021) reported that the main effect of the use of these natural
471 antioxidants of different sources is to prevent lipid oxidation and consequently the development
472 of rancid odour, off-flavours and meat discolouration due to myoglobin oxidation. In addition,

473 Pegg & Shahidi (2012) indicated that those flavours are considered undesirable flavours in meat
474 patties, which have always been a problem in lipid-rich foods. Prevention of WOF may be
475 achieved to some degree by the incorporation of antioxidants and chelators into foods (Pegg &
476 Shahidi, 2012), such as the use of RC in this study. On the other hand, Saldaña et al. (2021)
477 reported that depending on the origin and concentration of the natural antioxidant, it can interfere
478 with the colour, odour and taste of the meat product, decreasing the sensory liking. This negative
479 effect of natural antioxidants in sensory properties has been widely reported by several studies,
480 such as chitosan and propolis (Jonaidi Jafari et al., 2018), oregano extract (Fernandes et al., 2018)
481 or olive extract (Muíño et al., 2017) on different meat matrices.

482 Concerning metallic (Liver) flavour, the patties under oxidation conditions had significantly
483 lower scores than those not oxidized, probably because of the influence from WOF. Previous
484 studies have indicated that WOF is associated with the auto/oxidation of polyunsaturated fatty
485 acids, and that iron, is an important catalyst for the reaction (D. Ahn & Kim, 1998; Campo et al.,
486 2006; Descalzo et al., 2005; Gray & Pearson, 1994; Pearson et al., 1977).

487 Regarding the texture, the trained panellists did not find significant differences between the patties
488 under oxidation conditions and those that did not suffer oxidation. However, Utrera et al. (2015)
489 and Vossen et al. (2012) showed that RC modified slightly the texture of the frankfurters, so these
490 apparent contradictory results can indicate that the matrix is influencing the result. For this reason,
491 using RC as a natural antioxidant in patties, may be an advantage, since it does not affected the
492 quality and texture of the product.

493 Regarding the fat effect, though there were significant differences in some flavour and texture
494 parameters in the two types of patties, the scores given by the panellists were low.

495 Overall, the results of the sensory analysis and the composition of volatile compounds derived
496 from lipid oxidation have showed that RC may help to prevent oxidation and mask off-flavours
497 in the cooked patties.

498

499
500

Table 6: Effect of the addition of RC (Treatments: T₁ (control), T₂, T₃, T₄ and T₅), and Oxidation conditions (cooked and reheated after for 4 days), in the mean values of sensory scores of the cooked MBP patties.

Sensory descriptors	Treatment						Oxidation			Fat			RMSE
	T1	T2	T3	T4	T5	<i>P</i> value	NO	YES	<i>P</i> value	23%	15%	<i>P</i> value	
<i>Odour</i>													
Intensity	5.0 ^a	4.6 ^{ab}	4.4 ^b	4.6 ^b	4.5 ^b	< 0.001	4.5 ^b	4.8 ^a	<0.01	4.6	4.6	ns	0.96
WO/ rancid	2.5 ^a	1.4 ^b	1.0 ^b	1.3 ^b	0.8 ^b	< 0.001	0.7 ^b	2.1 ^a	< 0.001	1.5	1.3	ns	1.50
Rose hip	0.3 ^b	0.5 ^{ab}	0.7 ^a	0.6 ^{ab}	0.8 ^a	< 0.001	0.6	0.5	ns	0.6	0.5	ns	0.94
<i>Flavour</i>													
Saltiness	3.2	3.2	3.1	3.2	3.4	ns	3.2	3.2	ns	3.3	3.2	ns	0.93
WOF/rancid	3.0 ^a	1.8 ^b	1.2 ^{bc}	1.3 ^{bc}	0.8 ^c	< 0.001	0.7 ^b	2.5 ^a	< 0.001	1.8 ^a	1.3 ^b	<0.01	1.57
Rose hip	0.5 ^b	0.7 ^b	1.5 ^a	0.9 ^{ab}	1.4 ^a	< 0.001	1.0	1.0	ns	1.0	1.0	ns	1.23
Acid	1.2 ^{ab}	1.2 ^{ab}	0.9 ^b	1.2 ^{ab}	1.3 ^a	0.05	1.2	1.1	ns	1.1	1.2	ns	0.91
Greasy	2.3	2.4	2.2	2.3	2.2	ns	2.2	2.3	ns	2.5 ^a	2.1 ^b	<0.01	1.08
Metallic /Liver	2.0 ^a	1.5 ^{ab}	1.2 ^b	1.7 ^{ab}	1.6 ^{ab}	< 0.001	2.0 ^a	1.2 ^b	< 0.001	1.4 ^b	1.8 ^a	< 0.05	1.17
<i>Texture</i>													
Juiciness	3.8	3.9	3.7	3.8	3.6	ns	3.7	3.8	ns	4.1 ^a	3.5 ^b	< 0.001	0.94
Grainy	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	ns	3.5	3.5	ns	3.4 ^b	3.7 ^a	< 0.05	0.95
Crumbliness	4.3	4.5	4.3	4.5	4.5	ns	4.4	4.5	ns	4.4	4.5	ns	0.73
Oiliness	2.9	2.8	2.7	2.8	2.4	ns	2.6 ^b	2.8 ^a	< 0.05	3 ^a	2.4 ^b	< 0.001	1.00

Values are Mean (n=80, patty: 100g) in the same row with uncommon letters (a, b, c) are significantly different, ns: not significant. RMSE: root means square error. Treatment (T): T₁:0.03 g ascorbic acid; T₂: 1.5 g RC; T₃: 3 g RC; T₄: 0.03 g ascorbic acid +1.5 g RC; T₅: 0.03 g ascorbic acid +3.02 g RC. Oxidation (O): NO means cooked before tasted (Without oxidation), YES means (Oxidation: cooked patties storage: 2 °C for 4 days). Fat (F): 23 % and 15% Fat. Scoring scale (0-10): 0 indicates the absence of the descriptor and 10 indicates the higher intensity of each descriptor.

501

502 **4. Conclusions**

503 The rose hip it's a local product from the Mediterranean that grows at different heights on the
504 mountains. Enrichment of MBP patties with (1.5 and 3% w/w) rose hip extract did not affect their
505 fatty acid composition.

506 The addition of Rose hip extract enriched them mainly with vitamin C, although the studied
507 concentrations did not provide the expected amount of these antioxidants (under the principle
508 Rose hip, a natural source of vitamins). In this sense, future research should test different
509 concentrations of the extract and its influence on sensory traits. The degree of naturalness of the
510 extract could be an alternative to the use of ascorbic acid to the pre-cooked and frozen food
511 industry that is focusing on clean label reformulations.

512 The higher amount of fat of the patties, the lower was the concentration of α -tocopherol. This
513 result suggested that the patties with 15% fat would be healthier because of their lower fat
514 percentage and because they contained higher concentrations of natural antioxidants, especially
515 α -tocopherol.

516 The rose hip had a slight effect on the patties colour, but it had greater effect in their sensory
517 attributes. In the patties submitted to oxidation conditions before the sensory test, the rose hip
518 extract together with ascorbic acid minimized WOF odour and flavour. Thus, the use of rose hip
519 (*Rosa Canina* L) extract can be considered as a potential method to enrich pig patties with natural
520 antioxidants, because provoke retard colour change, reduce off- flavours and did not have a
521 negative effect on the texture.

522 The enrichment of meat products with natural antioxidants from the vegetal food group, as well
523 as the reduction of fatness in patties, is a way on innovation in these agri-food local systems
524 (Rivera-Toapanta et al., 2021) . It is also a way to improve nutritional properties of the patties and
525 a system to exploit little-known natural resources of the territory and therefore help to its
526 sustainability. This principle is in accordance with the recommendations of OMS-Sustainable
527 development goals (SDS).

528

529 **Acknowledgements**

530 This study has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and
531 innovation programme under grant agreement No 634476 (project acronym TREASURE). IRTA
532 thanks CERTA funding. E. A. Rivera -Toapanta is a recipient of a doctoral fellowship awarded
533 by the INIA (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria). This work
534 has been carried out within the framework of the Doctorate in Food Sciences of the Autonomous
535 University of Barcelona. Authors thank Emma Roca (†) from the company Gratacool-in *La*
536 *Cerdanya*-Pyrenness- for her enthusiasm and interest in supporting research of local and natural
537 fruits; Jaume Jaume (Semilla- Caib), who helped us in the stakeholder's contacts in Mallorca;
538 Agustí Quintana, M^aJosé Bautista, Quim Arbones, Adria Pacreu, Raúl Martín, Albert Rossell and
539 Sebastian Scappini for their technical assistance.

540 The content of this paper reflects only the authors' view and the European Union Agency is not
541 responsible for any use that may be made of the information it contains.

542

543

544

References

- Ahn, D., & Kim, S. (1998). Prooxidant effects of ferrous iron, hemoglobin, and ferritin in oil emulsion and cooked-meat homogenates are different from those in raw-meat homogenates. *Poultry Science*, *77*(2), 348–355. <https://doi.org/10.1093/ps/77.2.348>
- Ahn, D., Sell, J., Jo, C., Chen, X., Wu, C., & Lee, J. (1998). Effects of dietary vitamin E supplementation on lipid oxidation and volatiles content of irradiated, cooked turkey meat patties with different packaging. *Poultry Science*, *77*(6), 912–920. <https://doi.org/10.1093/ps/77.6.912>
- Ahn, J., Grun, I., & Fernando, L. (2002). Antioxidant Properties of Natural Plant Extracts Containing Polyphenolic Compounds in Cooked Ground Beef. *Journal of Food Science*, *67*(4), 1364–1369. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb10290.x>
- Armenteros, M., Morcuende, D., Ventanas, J., & Estévez, M. (2016). The application of natural antioxidants via brine injection protects Iberian cooked hams against lipid and protein oxidation. *Meat Science*, *116*, 253–259. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.02.027>
- Byrne, D. ., O’Sullivan, M. ., Dijksterhuis, G. ., Bredie, W. L. ., & Martens, M. (2001). Sensory panel consistency during development of a vocabulary for warmed-over flavour. *Food Quality and Preference*, *12*(3), 171–187. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(00\)00043-4](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(00)00043-4)
- Campo, M., Nute, G., Hughes, S., Enser, M., Wood, J., & Richardson, R. (2006). Flavour perception of oxidation in beef. *Meat Science*, *72*(2), 303–311. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.07.015>
- Contini, C., Álvarez, R., O’Sullivan, M., Dowling, D. P., Gargan, S. Ó., & Monahan, F. J. (2014). Effect of an active packaging with citrus extract on lipid oxidation and sensory quality of cooked turkey meat. *Meat Science*, *96*(3), 1171–1176. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.11.007>
- Demir, F., & Özcan, M. (2001). Chemical and technological properties of rose (*Rosa canina* L.) fruits grown wild in Turkey. *Journal of Food Engineering*, *47*(4), 333–336. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00129-1](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00129-1)
- Demir, N., Yildiz, O., Alpaslan, M., & Hayaloglu, A. (2014). Evaluation of volatiles, phenolic compounds and antioxidant activities of rose hip (*Rosa* L.) fruits in Turkey. *LWT - Food Science and Technology*, *57*(1), 126–133. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.12.038>
- Descalzo, A. M., Insani, E. M., Sancho, A. M., García, P. T., Pensel, N. A., & Josifovich, J. A. (2005). Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on

- antioxidant/oxidative balance of Argentine beef. *Meat Science*, 70(1), 35–44.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.11.018>
- Egea, I., Sánchez-Bel, P., Romojaro, F., & Pretel, M. T. (2010). Six edible wild fruits as potential antioxidant additives or nutritional supplements. *Plant Foods for Human Nutrition*, 65(2), 121–129. <https://doi.org/10.1007/s11130-010-0159-3>
- Ercisli, S. (2007). Chemical composition of fruits in some rose (*Rosa* spp.) species. *Food Chemistry*, 104(4), 1379–1384. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.053>
- Estévez, M, Morcuende, D., & Ventanas, S. (2008). Determination of oxidation. In *Handbook of processed meat and poultry analysis* (pp. 141–162).
- Estévez, Mario, Morcuende, D., Ventanas, S., & Cava, R. (2003). Analysis of Volatiles in Meat from Iberian Pigs and Lean Pigs after Refrigeration and Cooking by Using SPME-GC-MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(11), 3429–3435.
<https://doi.org/10.1021/jf026218h>
- Estévez, Mario, Ventanas, S., & Cava, R. (2007). Oxidation of lipids and proteins in frankfurters with different fatty acid compositions and tocopherol and phenolic contents. *Food Chemistry*, 100(1), 55–63. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2005.09.009>
- Fan, C., Pacier, C., & Martirosyan, D. M. (2014). Rose hip (*Rosa canina* L): A functional food perspective. *Functional Foods in Health and Disease*, 4(12), 493–509.
<https://doi.org/10.31989/ffhd.v4i12.159>
- Fernandes, R. P. P., Trindade, M. A., Lorenzo, J. M., & de Melo, M. P. (2018). Assessment of the stability of sheep sausages with the addition of different concentrations of *Origanum vulgare* extract during storage. *Meat Science*, 137, 244–257.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.11.018>
- Ganhão, R., Estévez, M., Armenteros, M., & Morcuende, D. (2013). Mediterranean berries as inhibitors of lipid oxidation in porcine burger patties subjected to cooking and chilled storage. *Journal of Integrative Agriculture*, 12(11), 1982–1992.
[https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(13\)60636-X](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(13)60636-X)
- Ganhão, R., Estévez, M., Kylli, P., Heinonen, M., & Morcuende, D. (2010). Characterization of Selected Wild Mediterranean Fruits and Comparative Efficacy as Inhibitors of Oxidative Reactions in Emulsified Raw Pork Burger Patties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(15), 8854–8861. <https://doi.org/10.1021/jf101646y>
- Ganhão, R., Morcuende, D., & Estévez, M. (2010). Protein oxidation in emulsified cooked burger patties with added fruit extracts: Influence on colour and texture deterioration

- during chill storage. *Meat Science*, 85(3), 402–409.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.02.008>
- Gonzalez, J., Gispert, M., Rodríguez, P., Gil, M., Jaume, J., Tibau, J., & Oliver, M. A. (2007). Carcass and meat quality of porc Negre Mallorquí (Majorcan black pig). *Proceedings of 6th International Symposium on the Mediterranean Pig*, 11–13.
- Gonzalez, J., Jaume, J., Fàbrega, E., Gispert, M., Gil, M., Oliver, A., Llonch, P., Guàrdia, M. D., Realini, C. E., Arnau, J., & Tibau, J. (2013). Majorcan Black Pig as a traditional pork production system: Improvements in slaughterhouse procedures and elaboration of pork carpaccio as an alternative product. *Meat Science*, 95(3), 727–732.
<https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2013.03.012>
- Gorelik, S., & Kanner, J. (2001). *Oxymyoglobin Oxidation and Membranal Lipid Peroxidation Initiated by Iron Redox Cycle*. 10–15.
- Gray, J. I., & Pearson, A. M. (1994). Lipid-derived off-flavours in meat—formation and inhibition. In *Flavor of Meat and Meat Products* (pp. 116–143). Springer US.
https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2177-8_7
- Haak, L., Raes, K., & De Smet, S. (2009). Effect of plant phenolics, tocopherol and ascorbic acid on oxidative stability of pork patties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(8), 1360–1365. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3595>
- Honikel, K.-O. (2008). The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Science*, 78(1–2), 68–76. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.05.030>
- Igene, J. O., & Pearson, A. M. (1979). Role of phospholipids and triglycerides in warmed-over flavor development in meat model systems. *Journal of Food Science*, 44(5), 1285–1290.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1979.tb06420.x>
- Jaume, J., Gispert, M., & Oliver, M. (2008). The Mallorca Black pig: Production system, conservation and breeding strategies. *Options Méditerran.* ..., 262(78), 257–262.
http://www.iamz.ciheam.org/gmed2006/A_78_PDFS/2_15_A-78.pdf
- Jonaidi Jafari, N., Kargozari, M., Ranjbar, R., Rostami, H., & Hamedi, H. (2018). The effect of chitosan coating incorporated with ethanolic extract of propolis on the quality of refrigerated chicken fillet. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(1), e13336.
<https://doi.org/10.1111/jfpp.13336>
- Kallas, Z., Varela, E., Čandek-Potokar, M., Pugliese, C., Cerjak, M., Tomažin, U., Karolyi, D., Aquilani, C., Vitale, M., & Gil, J. M. (2019). Can innovations in traditional pork products help thriving EU untapped pig breeds. A non-hypothetical discrete choice experiment with

- hedonic evaluation. *Meat Science*, *154*, 75–85.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.04.011>
- Kerler, J., & Grosch, W. (1996). Odorants Contributing to Warmed-Over Flavor (WOF) of Refrigerated Cooked Beef. *Journal of Food Science*, *61*(6), 1271–1275.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1996.tb10977.x>
- Ladikos, D., & Lougovois, V. (1990). Lipid oxidation in muscle foods: A review. *Food Chemistry*, *35*(4), 295–314. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(90\)90019-Z](https://doi.org/10.1016/0308-8146(90)90019-Z)
- Liu, F., Dai, R., Zhu, J., & Li, X. (2010). Optimizing color and lipid stability of beef patties with a mixture design incorporating with tea catechins, carnosine, and α -tocopherol. *Journal of Food Engineering*, *98*(2), 170–177.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.12.023>
- Macfie, H. J., Bratchell, N., Greenhoff, K., & Vallis, L. v. (1989). Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. *Journal of Sensory Studies*, *4*(2), 129–148. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.1989.tb00463.x>
- Madsen, L., & Bertelsen, G. (1995). Spices as antioxidants. *Trends in Food Science & Technology*, *6*(8), 271–277. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(00\)89112-8](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(00)89112-8)
- Mancini, R. A., & Hunt, M. C. (2005). Current research in meat color. *Meat Science*, *71*(1), 100–121. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.03.003>
- Maruyama, S., Streletskaya, N. A., & Lim, J. (2021). Clean label: Why this ingredient but not that one? *Food Quality and Preference*, *87*, 104062.
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.104062>
- Meynier, A., Genot, C., & Gandemer, G. (1998). Volatile compounds of oxidized pork phospholipids. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, *75*(1), 1–7.
<https://doi.org/10.1007/s11746-998-0001-3>
- Mhalla, D., Bouaziz, A., Ennouri, K., Chawech, R., Smaoui, S., Jarraya, R., Tounsi, S., & Trigui, M. (2017). Antimicrobial activity and bioguided fractionation of *Rumex tingitanus* extracts for meat preservation. *Meat Science*, *125*, 22–29.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.11.011>
- Mitsumoto, M., O'Grady, M. N., Kerry, J. P., & Joe Buckley, D. (2005). Addition of tea catechins and vitamin C on sensory evaluation, colour and lipid stability during chilled storage in cooked or raw beef and chicken patties. *Meat Science*, *69*(4), 773–779.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.11.010>

- Morrissey, P., Sheehy, P., Galvin, K., Kerry, J., & Buckley, D. (1998). Lipid stability in meat and meat products. *Meat Science*, *49*, S73–S86. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)90039-0](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)90039-0)
- Muñoz, I., Díaz, M. T., Apeleo, E., Pérez-Santaescolástica, C., Rivas-Cañedo, A., Pérez, C., Cañeque, V., Lauzurica, S., & Fuente, J. de la. (2017). Valorisation of an extract from olive oil waste as a natural antioxidant for reducing meat waste resulting from oxidative processes. *Journal of Cleaner Production*, *140*, 924–932. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.175>
- Nissen, L. R., Byrne, D. V, Bertelsen, G., & Skibsted, L. H. (2004). The antioxidative activity of plant extracts in cooked pork patties as evaluated by descriptive sensory profiling and chemical analysis. *Meat Science*, *68*(3), 485–495. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.05.004>
- Oruna-Concha, M. J., Duckham, S. C., & Ames, J. M. (2001). Comparison of Volatile Compounds Isolated from the Skin and Flesh of Four Potato Cultivars after Baking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *49*(5), 2414–2421. <https://doi.org/10.1021/jf0012345>
- Palma-Granados, P., Haro, A., Lara, L., Aguilera, J. F., Nieto, R., & Seiquer, I. (2018). Differences on meat colour and composition between ‘Landrace × Large White’ and ‘Iberian’ pigs under identical nutritional and management conditions. *Animal Production Science*, *58*(11), 2132. <https://doi.org/10.1071/AN16375>
- Pearson, A., Love, J. D., & Shorland, F. (1977). “Warmed-Over” Flavor in Meat, Poultry, and Fish (pp. 1–74). [https://doi.org/10.1016/S0065-2628\(08\)60326-2](https://doi.org/10.1016/S0065-2628(08)60326-2)
- Pegg, R. B., & Shahidi, F. (2012). Off Flavors and Rancidity in Foods. In *Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality* (pp. 127–139). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118352434.ch9>
- Realini, C. E., Guàrdia, M. D., Díaz, I., García-Regueiro, J. A., & Arnau, J. (2014). Effects of acerola fruit extract on sensory and shelf-life of salted beef patties from grinds differing in fatty acid composition. *Meat Science*, *99*, 18–24. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.08.008>
- Reddy, G. V. B., Sen, A. R., Nair, P. N., Reddy, K. S., Reddy, K. K., & Kondaiah, N. (2013). Effects of grape seed extract on the oxidative and microbial stability of restructured mutton slices. *Meat Science*, *95*(2), 288–294. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.016>

- Resconi, V. C., Bueno, M., Escudero, A., Magalhaes, D., Ferreira, V., & Campo, M. M. (2018). Ageing and retail display time in raw beef odour according to the degree of lipid oxidation. *Food Chemistry*, 242, 288–300. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.09.036>
- Rivera-Toapanta, E., Kallas, Z., Čandek-Potokar, M., Gonzalez, J., Gil, M., Varela, E., Faure, J., Cerjak, M., Urška, T., Aquilani, C., Lebret, B., Karolyi, D., Pugliese, C., & Gil, J. M. (2021). Marketing strategies to self-sustainability of autochthonous swine breeds from different EU regions: a mixed approach using the World Café technique and the Analytical Hierarchy Process. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 1–11. <https://doi.org/10.1017/S1742170521000363>
- Saldaña, E., Merlo, T. C., Patinho, I., Rios-Mera, J. D., Contreras-Castillo, C. J., & Selani, M. M. (2021). Use of sensory science for the development of healthier processed meat products: a critical opinion. *Current Opinion in Food Science*, 40, 13–19. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.04.012>
- Sañudo, C., & González, C. (2008). *Aspectos estratégicos para obtener carne ovina de calidad en el Cono Sur Americano*. Agencia Española de Cooperación Internacional.
- Sanz-Cañada, J., & Muchnik, J. (2016). Geographies of Origin and Proximity: Approaches to Local Agro-Food Systems. *Culture & History Digital Journal*, 5(1), e002. <https://doi.org/10.3989/chdj.2016.002>
- Serra, X., Gil, F., Pérez-Enciso, M., Oliver, M. ., Vázquez, J. ., Gispert, M., Díaz, I., Moreno, F., Latorre, R., & Noguera, J. . (1998). A comparison of carcass, meat quality and histochemical characteristics of Iberian (Guadyerbás line) and Landrace pigs. *Livestock Production Science*, 56(3), 215–223. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(98\)00151-1](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(98)00151-1)
- Shah, M. A., Bosco, S. J. D., & Mir, S. A. (2014). Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. *Meat Science*, 98(1), 21–33. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.03.020>
- Shahidi, F., & Pegg, R. (1994). Hexanal as an indicator of meat flavor deterioration. *Journal of Food Lipids*, 1(3), 177–186. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4522.1994.tb00245.x>
- Specht, K., & Baltes, W. (1994). Identification of Volatile Flavor Compounds with High Aroma Values from Shallow-Fried Beef. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(10), 2246–2253. <https://doi.org/10.1021/jf00046a031>
- Tang, S. Z., Kerry, J. P., Sheehan, D., Buckley, D. J., & Morrissey, P. A. (2000). Dietary tea catechins and iron-induced lipid oxidation in chicken meat, liver and heart. *Meat Science*, 56(3), 285–290. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00055-3](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00055-3)

- Tibau, J., Torrentó, N., Quintanilla Aguado, R., González, J., Angels Oliver, M., Gil, M., Jaume, J., & Batorek-Lukač, N. (2019). Negre Mallorquí (Majorcan Black) Pig. In M. Čandek-Potokar & R. Nieto (Eds.), *European Local Pig Breeds - Diversity and Performance. A study of project TREASURE*. IntechOpen.
<https://doi.org/10.5772/intechopen.84434>
- Utrera, M., Morcuende, D., Ganhão, R., & Estévez, M. (2015). Role of Phenolics Extracting from *Rosa canina* L. on Meat Protein Oxidation During Frozen Storage and Beef Patties Processing. *Food and Bioprocess Technology*, 8(4), 854–864.
<https://doi.org/10.1007/s11947-014-1450-3>
- Villalobos-Delgado, L. H., González-Mondragón, E. G., Ramírez-Andrade, J., Salazar-Govea, A. Y., & Santiago-Castro, J. T. (2020). Oxidative stability in raw, cooked, and frozen ground beef using Epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.). *Meat Science*, 168(April), 108187. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108187>
- Vitale, M., Kallas, Z., Rivera-Toapanta, E., Karolyi, D., Cerjak, M., Leuret, B., Lenoir, H., Pugliese, C., Aquilani, C., Čandek-Potokar, M., Gil, M., & Oliver, M. À. (2020). Consumers' expectations and liking of traditional and innovative pork products from European autochthonous pig breeds. *Meat Science*, 168, 108179.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108179>
- Vossen, E., Utrera, M., De Smet, S., Morcuende, D., & Estévez, M. (2012). Dog rose (*Rosa canina* L.) as a functional ingredient in porcine frankfurters without added sodium ascorbate and sodium nitrite. *Meat Science*, 92(4), 451–457.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.05.010>
- Wood, J. ., Richardson, R. ., Nute, G. ., Fisher, A. ., Campo, M. ., Kasapidou, E., Sheard, P. ., & Enser, M. (2003). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, 66(1), 21–32. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00022-6](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00022-6)
- Yen, G. C., Duh, P. Der, & Tsai, H. L. (2002). Antioxidant and pro-oxidant properties of ascorbic acid and gallic acid. *Food Chemistry*, 79(3), 307–313.
[https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00145-0](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00145-0)
- Yu, L., Scanlin, L., Wilson, J., & Schmidt, G. (2002). Rosemary Extracts as Inhibitors of Lipid Oxidation and Color Change in Cooked Turkey Products During Refrigerated Storage. *Journal of Food Science*, 67(2), 582–585. <https://doi.org/doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb10642.x>
- Zakrys, P. I., Hogan, S. A., O'Sullivan, M. G., Allen, P., & Kerry, J. P. (2008). Effects of

oxygen concentration on the sensory evaluation and quality indicators of beef muscle packed under modified atmosphere. *Meat Science*, 79(4), 648–655.

<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.10.030>

Table S 1. Instrument conditions for vitamin analysis

HPLC parameters	β-carotene, Tocopherol, Coenzyme Q	Vitamin C															
Chromatographic system	Waters 1525 HPLC system (Waters, Milford, MA, USA)	Agilent 1100 series HPLC system (Agilent Technologies, USA)															
Detector/s	Diode array detector (Water 2996, Waters, Milford, MA, USA) Fluorescence detector (Waters 2475, Waters, Milford, MA, USA).	UV detector															
Column	Luna® 5 μ m C18 (2) 100 Å, LC Column 250 x 4.6 mm (Phenomenex, Spain).	RP C18 column (1.8 μ m x 1.0 x 150 mm) (Waters, USA)															
Column Temperature	Room temperature	Room temperature															
Mobile Phase	A= Acetonitrile B= 20% Acetonitrile:Tetrahydrofuran	A: Milli- Q water/ acetonitrile/ formic acid 99: 0.9: 0.1, v/v/v, pH 2.6															
Elution profile	<table border="1"> <thead> <tr> <th>time</th> <th>%A</th> <th>%B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>100</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>90</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>0</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>12.1</td> <td>100</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	time	%A	%B	0	100	0	3	90	10	12	0	100	12.1	100	0	Isocratic
time	%A	%B															
0	100	0															
3	90	10															
12	0	100															
12.1	100	0															
Flow rate	1 mL / min	1 mL / min															
Injection volume (μ L)	10 μ L	30 μ L															
DAD	β -carotene: 445 nm Coenzyme Q: 275 nm	245 nm															
Fluorescence	Tocopherol <table border="1"> <tr> <td>Excitation: 280 nm</td> </tr> <tr> <td>Emmision: 330 nm</td> </tr> </table>	Excitation: 280 nm	Emmision: 330 nm														
Excitation: 280 nm																	
Emmision: 330 nm																	



IV.3 Estudio 3:

Marketing strategies to self-sustainability of autochthonous swine breeds from different EU regions: a mixed approach using the World Café technique and the Analytical Hierarchy Process

Rivera-Toapanta, E., Kallas, Z., Čandek-Potokar, M., Gonzalez, J., Gil, M., Varela, E., Faure, J., Cerjak, M., Urška, T., Alquilani, C., Lebret, B., Karolyi, D., Pugliese, C., Gil, J. M. (2021). Renewable Agriculture and Food System 1:11

Índice de calidad de la revista de acuerdo con el JCR 2021:

Índice de impacto: 2.657

- (1 er cuartil) en la categoría de Agronomy and Crop Science, (2 Cuartil) en la categoría de Food Science. Renewable Agriculture and Food Systems 19(2004)



Fotografía 22. Focus group con los *stakeholders* (PNM, Mallorca)

1 **Marketing strategies to self-sustainability of autochthonous swine breeds from different EU**
2 **regions: a mixed approach using the World Café Technique and the Analytical Hierarchy**
3 **Process**

4

5 **Highlights**

- 6 • Extensive and semi-extensive swine production has decreased enormously in Europe since 1970s.
- 7 • The sustainability of five local swine chains are evaluated using World Café and Analytical
8 Hierarchical Process methods.
- 9 • Some common trends were identified to create added value: diversification of production towards
10 quality, innovation in traditional products, enhanced standardization, PGI and PDO brands.
- 11 • Properties of grazing systems, the heritage dimension, and improved healthiness of products must
12 be emphasised as crucial strategies.

13

14 **Abstract**

15

16 Extensive and semi-extensive production based on local swine breeds such as Majorcan Black
17 Pig, Cinta Senese, Gascon, Krškopolje and Turopolje is becoming extremely rare and on the verge
18 of disappearing in Europe. In this context, the main aim of this study was to assess the potential
19 feasibility of marketing strategies to act as guidelines for stakeholders along the supply chain to
20 create and improve added value and match market demands. The sustainability of five production
21 systems was evaluated together with 60 stakeholders representing five local swine breeds, using a
22 World Café (WC) method combined with an Analytical Hierarchical Process (AHP). The results
23 showed that the proposed strategies could differ slightly depending on each system, while the
24 product strategy was a common marketing priority for most of the stakeholders and represented
25 all the systems evaluated. Diversifying production towards quality, innovative products, enhanced
26 standardization, and quality labelling or seals of guarantee, such as the Protected Geographical

27 Indication (PGI) or the Protected Designation of Origin (PDO), would contribute to the
28 sustainability of these chains. Advertising the storytelling of the meat products and emphasising
29 their healthier properties were also considered as positive strategies. To this effect, promotion
30 should involve improving knowledge of the local systems and raising the profile of the meat
31 products via public relations (networks, web pages, food and gastronomic events, workshops, and
32 so on) in the Hotels, Restaurants and Catering (HORECA) sector, stores selling top-quality
33 products, and local food shops. Better showcasing of these products and keeping the price in the
34 premium segment would indirectly help the primary sector.

35 By way of conclusion, other more developed local swine systems could be strong competitors,
36 hence it is extremely important to have an effectively identify and trace all autochthonous swine
37 breed products throughout the production chain. Furthermore, the entire chain must place greater
38 emphasis on grazing (extensive or semi-extensive), the origin of the swine, and their meat
39 products. However, of utmost importance is cooperation between farms, firms, and institutions.

40	Keywords:
41	Autochthonous swine breeds
42	Local meat products
43	PDO, PGI products
44	Analytical Hierarchy Process
45	World Café Focus Group
46	Marketing
47	
48	
49	
50	
51	

52 **1. Introduction**

53 The sustainable conservation of autochthonous swine breeds and local chains could be partly
54 achieved by highlighting the high quality intrinsic and extrinsic properties of the products derived from
55 them and by promoting their consumption by specific market niches (Vitale et al., 2020). Moreover,
56 traditional food products constitute an important element of European culture, identity, and heritage
57 (Ilbery and Kneafsey, 1999; Lebret et al., 2018), and are increasingly being proposed as a way to raise
58 societal awareness of rural landscapes (Soy-Massoni et al., 2019). However, innovation in traditional
59 products may face some challenges related to the likely contested understanding of these concepts
60 (Guerrero et al., 2012), making it particularly difficult to develop innovations acceptable to consumers.
61 Improving breed profitability through niche markets and increased added-value products (i.e. healthier
62 nutritional properties (Romanzin et al., 2013)), ensuring a return to breed populations high enough to
63 maintain adequate genetic diversity and hence safeguard breed survival (Bozzi and Crovetto, 2013). Varga
64 et al. (2016) reported that swine grazing had almost disappeared in Europe by the 1970s. In this context,
65 research on market opportunities and analysis of consumer preferences and the factors affecting
66 sustainability will be a key strategy, This will focus on the renewability and resilience, thereby aiming to
67 regenerate the social, environmental and economic impacts (Swisher et al., 2018).

68 Some studies (Brown, 2003; Conner et al., 2009) have concluded that local foods are related to
69 spatial proximity, freshness, and higher sensorial quality, but for the authors the most important “local”
70 promotion message may be “Grown in” and the name of the region or city rather than the distance (from
71 food production to consumers). Howard (2006) also found that consumers prefer to obtain information
72 that includes the word ‘local’ on labels or in brochures rather than through direct interaction with the
73 seller. Unlike intensive production, the swine in the five local systems studied are raised
74 outdoors/extensively and so depend on the resources of their natural surroundings, defined as grazing
75 habitats in the review carried out by Varga et al. (2016). Moreover, consumers perceive pasture-raised
76 products as healthy, natural, and environmentally friendly and some of them are willing to pay a premium

77 price for pasture-raised meat-based products (Font-i-Furnols and Guerrero, 2014; Stampa et al., 2020).
78 These Localized Agro-Food Systems also open new perspectives for territorial and regional development
79 projects (Muchnik et al., 2008).

80 In this context, research on market opportunities, analysis of consumer preferences and the factors affecting
81 their acceptance of different types of product is a crucial strategy to support traditional autochthonous swine
82 breeds and promote their development. Effective promotional and marketing strategies have been defined
83 for potential markets through developing the role of location in promoting more advantageous sales methods
84 for farmers in non-traditional distribution channels (short distribution channels, direct sales). The present
85 study has a twofold objective: first, to carry out a Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats
86 (SWOT) analysis on five European autochthonous swine breed production systems to identify the critical
87 points of the adopted marketing channels; and second, to identify appropriate marketing strategies for each
88 study case to provide stakeholders along the supply chain with guidelines for enhancing added-value
89 products and for developing direct marketing alternatives to analyse viability and feasibility.

90 **2. Material and Methods**

91 The aim of the TREASURE H2020 project (Horizon 2020 Programme, 2015) was to improve the
92 conservation status of 20 European autochthonous swine breeds through innovative strategies that
93 included untapped new market options for these breeds (Čandek-Potokar and Nieto Linan, 2019). Five of
94 them and their related value chains with contrasting properties in terms of level of development and
95 organization and representing different EU regions were considered for a study of their marketing
96 strategies (Karolyi et al., 2019, Lukač et al., 2019; Mercat et al., 2019; Pugliese et al., 2019; Tibau et al.,
97 2019). The reason for including the untapped breed is that it was mandatory in the UE call for proposals
98 (Research and Innovation Action, Grant agreement N°: 634476).

99 2.1. Experimental design

100 We followed a mixed method research methodology and applied a joint qualitative and quantitative
101 approach (Weible et al., 2016), carrying out focus group (FG) sessions using the WC method and the AHP
102 because of their specific strengths. Five focus group (FG) sessions, one for each of the case studies, were
103 performed between May and July 2018 in Louey (Hautes-Pyrénées -France), Florence (Tuscany -Italy),
104 Palma de Mallorca (Spain), Ljubljana (Slovenia), and Zagreb (Turopolje region -Croatia).

105 Each FG included at least 12 stakeholders from each local system, with a balanced representation
106 of the five stages in the value chain (Fig.1). The suggested shares of stakeholder profiles in the FG were
107 three farmers, two processors, a civil servant/policy maker working in public administration (either
108 regional or local), a representative related to the governance of the quality seal (PDO/PGI), if applicable, a
109 traditional store retailer, a supermarket retailer, a food service representative (restaurants), and two people
110 working in consumer associations (n= 60 in total). The final number of participants in each profile was
111 adapted slightly in each case study, depending on the characteristics of the corresponding supply chain.
112 The WC was applied to gain insights into two sets of attributes in each case study: (a) the SWOT matrix
113 and (b) the most suitable marketing strategies based on the 4Ps of marketing (Product, Price, Place and
114 Promotion) for the breed production system. The WC is a structured conversational process intended to
115 facilitate open and intimate discussions, and share ideas within a larger group to obtain collective
116 consensus decisions.

117 All the participants were balanced (in terms of number and also the type of stakeholder in the chain)
118 and separated into four thematic tables (groups for the discussion) with one moderator per table. Each
119 table was designed to gather information about one of the four components of the SWOT analysis. For 10-
120 12 minutes, the participants at each table expressed their thoughts about the Strengths, Weaknesses,
121 Opportunities and Threats regarding the pertinent swine production systems and their meat products.
122 Further, the groups agreed among themselves on a list of the most relevant items, along with the
123 moderator. Afterwards, they moved to another table, ensuring that no two participants coincided at two

124 consecutive tables. This rotation was repeated until all the stakeholders had participated at all the four
125 tables.

126 The most relevant items raised in terms of SWOT at each discussion table were then voted in a
127 plenary session. Each participant chose three prominent items depending on their choice, and further
128 ranked them to assign three, two or one point based on the rank. In a second step, participants addressed
129 the marketing strategies (4Ps). The same procedure was then followed to obtain the preference values for
130 the 4Ps, conducting four rounds of discussion (one P per table: Product, Price, Place, and Promotion) and
131 voting in a plenary session to determine the three most important items for each marketing strategy. At the
132 end of the WC sessions, the information collected was used to design an AHP survey, which was emailed
133 to the WC participants with a briefing on how to fill out the questionnaire, to be returned within the next
134 48 hours after reception.

135

136 **2.2. The relative importance of four marketing strategies: The Analytical Hierarchy Process** 137 **(AHP)**

138 The AHP was carried out to measure the relative importance of the main elements of the marketing
139 mix strategies involved in the product, price, place, and promotion policies extracted from the WC
140 discussion sessions. The AHP methodology has been used previously to evaluate marketing mix elements
141 (Abedi and Abedini, 2017) but to the best of our knowledge very few studies on this have been directed at
142 the food sector (Borrisser-Pairó et al., 2016). Prioritizing marketing mix elements can help members of the
143 supply chain make strategic decisions to attract customers and meet their needs. The AHP is a multi-
144 criteria decision-supporting method in discrete environments, which aims to breakdown a complex
145 decision problem into a hierarchy of smaller constituent sub-problems (Saaty, 1977). Determining the
146 most preferred policy from a set of policies to help the untapped breeds to thrive is a decision problem for
147 which the top level of the hierarchy represents the marketing mix strategy. It is broken down into a

148 predefined number of characteristics (policy decisions) on the second level and their policy types on the
149 third level (Fig. 2).

150 The AHP estimates elicited weights (w) for each policy and policy level to explain individual
151 behaviour in choosing the preferred marketing mix strategy. The relative importance or weight (w) for
152 each policy (P_n) and policy type ($L_{n,p}$), (where n ($1 \dots N$) is the number of policies and p ($=1 \dots P$) is the
153 number of policy levels) is obtained from pairwise comparisons. To implement the AHP, participants in
154 the WC discussion were asked to make two types of pairwise comparisons: a) pairwise comparisons of the
155 policy level; and b) pairwise comparisons between the policies (product, price, place, and promotion). The
156 respondent first had to indicate the relative importance of the two elements compared. A nine-point scale
157 was then used to measure the strength of this relative importance using verbal judgments (Saaty, 1977).

158 An example of the pairwise comparison can be seen in Table 1. Using the result elicited from this,
159 the AHP estimated the weights (w) for each policy and policy level to explain individual behaviour in
160 choosing the preferred marketing mix strategy.

161

162 3. Results and Discussion

163

164 3.1 Main results and discussion of the SWOT analysis of local swine systems

165 The most relevant Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats for Majorcan Black pig
166 (MBP), Cinta Senese (CS), Noir de Bigorre (NB), Krškopolje Pig (KRS), and Turopolje pig (TP) are
167 detailed below in Table 2. It provides a summary of the stakeholders' opinions gathered from the SWOT
168 analysis of each local swine breed system in which differences and common aspects can be appreciated.

169 The strengths of these swine breeds are based on their being differentiated native breeds adapted to
170 the land and different agro-climatic conditions, reared within traditional extensive systems, and fed using
171 natural resources (e.g., pasture grass, cereals, legume seeds, figs, almond, acorns, and several
172 Mediterranean shrubs). Another strength is that the meat and its products have the PGI or PDO seal.

173 Furthermore, cultural heritage and terroir products were highlighted by the stakeholders of the NB and
174 KRS local systems.

175 One of the main strengths identified in the SWOT analysis was the high quality of the products and
176 their link to the «heritage patrimony». This is a very important aspect of these local production systems
177 underlined by Pensado-Leglise and Sanz Cañada (2018). However, their research also shows that these
178 characteristics are insufficient to generate the incomes needed by farmers, which will put the sustainability
179 of these chains at risk in the near future. In relation to this, Čandek-Potokar et al. (2018) recommended
180 that the majority of local swine breed producers still need to be supported by subsidies to ensure their
181 conservation. However, these authors also reinforce the idea that the best strategy is to breed systems
182 aiming to reach self-sustainability. This may be possible through an effective marketing strategy of the
183 meat products obtained from local swine breeds (Čandek-Potokar et al., 2018).

184 The weaknesses included the high costs of farming derived from a low prolificacy (reproduction
185 rate), the consequent high price of the products, and the small size of the farms. Ageing farmers, product
186 heterogeneity in terms of quality, and a lack of professionalism, collaboration, and marketing strategies is
187 challenging for these breeds to adapt to the current market demands. These weaknesses should be
188 overcome to face current consumer demand. Moreover, these local swine breed production systems should
189 be in line with the Local Agro-Food System (SYAL), because this would imply a better mutual
190 cooperation network among stakeholders along the entire chain and new perspectives for public policies
191 and for territorial and regional development projects (Muchnik et al., 2020).

192 The opportunities were based on strengthening consumer loyalty within the local market, including
193 the tourist market, and the promotion of traditional products with a PGI or a PDO label, highlighting their
194 international expansion. Growing market demand for different cuts of fresh meat in the retail market and
195 for high-quality fresh meat and ready-to-eat formats in the HORECA sector (HOTels, REstaurants and
196 CAtering) has made the strategy of launching innovative products an attractive business opportunity, with
197 positive consumer perceptions of local products and production systems.

198 The main threats all centre on competition with other local swine breeds, mainly in the MBP and
199 NB chain, and with other low-priced commercial meat products made from quality cuts. Also mentioned
200 were the misconceptions surrounding the word black among the NB and Iberian products. Furthermore,
201 consumers' negative perceptions regarding the high fat content of meat products and product frauds
202 increase mistrust among consumers, and their health and animal welfare concerns may determine the
203 swine breeds' survival. Another concern was regarding the aging farmers who adopt inefficient
204 management practices.

205 To sum up, one of the main strengths identified from the SWOT analysis was the high quality of the
206 products and their link to cultural patrimony. This is a very important aspect of these local production
207 systems, underlined by Pensado-Leglise and Sanz Cañada (2018). However, these authors also explain
208 that the identified strengths are insufficient to justify the continued payments to farmers, risking the
209 sustainability of these chains in the near future. They also point out that there may not be sufficient market
210 support for these local systems, biodiversity, and cultural patrimony. Along these lines, Čandek-Potokar et
211 al. (2018) recommend that most local swine breed production still need to be supported by subsidies to
212 ensure their conservation. However, these authors also reinforce the idea that the best approach is making
213 these breed systems self-sustainable, which may be possible with an efficient marketing strategy for their
214 products. Another approach is the work of Sanz-Cañada and Muchnik (2016), who emphasized that these
215 Localized Agro-food Systems (SYAL), built on identity-based food products, could be crucial for a more
216 sustainable rural development. But, of utmost importance is the cooperation between farms, firms, and
217 institutions.

218

219

220 **3.2 Main marketing strategies of the local systems based on the 4P analysis: implications for the**
221 **potential to introduce the products into the market and for conserving the swine breeds.**

222
223 No scientific or systematized studies have previously been undertaken or published on marketing
224 strategies for the self-sustainability of the five autochthonous swine breeds. There may only be a few
225 publications containing descriptive characteristics.

226
227 *3.2.1 Majorcan Black Pig*

228 The most relevant product policy identified by stakeholders was the diversification of meat products
229 to increase the position of the MBP brand in the market (37.43%) by including innovations focused on the
230 nutritional properties of the products, process innovation, and format size, thereby meeting consumer
231 demands (Vitale et al., 2020), and strengthening the PGI brand (26,75%) (Fig.3). Also relevant was
232 improving the sensory quality of the products (35.82%), including extending their shelf life and
233 highlighting their nutritional value. These strategies are similar to the ones mentioned by Guerrero (2001).

234 Regarding the place strategy, increasing the presence of MBP processed food, including *sobrassada*
235 (seasoned, dried, and fermented sausage with a PGI certification), *porcella* (suckling piglet) and fresh
236 meat cuts, in local restaurants, was identified as one of the most important strategies (42.98%), together
237 with enhancing the availability of *sobrassada* in local shops (33.58%). Besides, stakeholders stated that the
238 PGI Regulatory Council and public administrations must be encouraged to support commercial actions
239 that ensure the presence of MBP processed food in large retailers, thereby strengthening the MBP image
240 (21.44%). These findings support the conclusions from Giraud (2002), who suggested that marketing
241 plans of typical foods should mainly focus on local consumers.

242 The most relevant action (42.29%) for the promotion strategy was to increase the presence of MBP
243 products at sectoral and gastronomic fairs via public relations, followed by promotion on TV, online and
244 in the press (31.19%), and the promotion of MBP products in primary schools with public administration

245 support (26.52%). Furthermore, the proposed branding strategy using the TREASURE projects as support
246 was considered as a "marketing tool that could promote the MBP as a differentiated and autochthonous
247 swine production system".

248 The stakeholders' price strategy (40.32%) was to maintain a high price based on a premium
249 category. Some stakeholders also advocated for a different distribution of prices along the production
250 chain, which would favour higher revenues for farmers, indirectly promoting the development of the
251 primary sector. This aligns with some policy initiatives such as those launched by the French and Spanish
252 governments to develop value chain legislation aimed at ensuring a minimum price for farmers.

253

254 3.2.2 *Cinta Senese*

255 In this system, product heterogeneity is considered a hurdle for building a loyal customer base.
256 Thus, the most relevant product strategies were to improve the standardization of the food processing
257 among producers (38.15%) (Fig.4) and to promote the healthier nutritional properties of the processed
258 food (35.75%). Modifying some of these characteristics, including reducing the salt and additive content,
259 would help to better match customer needs. Increasing sales of raw meat should also eventually be
260 promoted (26.10%); indeed, this type of product can be sold directly by the farmer, representing an
261 immediate source of income and an interesting tool for rural development (Chambers et al., 2007; Sanjuán
262 et al., 2012). Moreover, producers believe that the sensory traits associated with CS are more appreciated
263 in fresh meat than in processed food. There was a certain disagreement among stakeholders regarding the
264 prioritization of place strategies, with two strategies of almost equal importance emerging. The two most
265 relevant strategies for the sale and distribution of CS processed food were high-quality restaurants
266 (37.15%) followed by stores selling top-quality products (36.33%). The latter category also includes GDO
267 (large-scale distribution) gourmet lines, even though most of the producers were against GDO sales
268 policies. Despite the increasing difficulties faced by local stores such as butchers' shops to compete with
269 GDO, they remain an important selling channel, making this placing strategy still worthwhile (26.53%).

270 Moreover, short supply chains and local retailers are preferred over GDO for high added-value products
271 such as PDO and/or PGI-labelled products, since they can provide consumers with direct information
272 about meat origin, processing methods, and animal rearing systems (Ilbery et al., 2004; Marsden et al.,
273 2000).

274 Within this context, the promotion policy using social networks was considered the most important
275 one for the CS system (38.18%), followed by collaboration with renowned chefs (34.88%) and cooking
276 schools (26.94%), which might help raise the profile of CS products outside Tuscany. Limited consumer
277 knowledge of the breed and GDO competition for price polices were considered to be strong hurdles for
278 price strategies in the CS chain. However, stakeholders firmly agreed that a further price increase could be
279 an attractive strategy (49.70%) to differentiate CS production systems and acknowledge their value, but
280 that it should go hand in hand with an enhanced marketing strategy, possibly encouraging tasting
281 experiences at purchasing points.

282

283 *3.2.3 Noir de Bigorre*

284 The product strategy is a priority for the Noir de Bigorre chain-Gascon breed and is related to the
285 development of products and their image. To strengthen product traceability for consumers, it was
286 considered that an "identity card" for hams and loins would enable a certain product to be associated with
287 a particular farmer and the pig feeding method or practices (45.12%) (Fig. 5). The implementation of
288 open-air drying/ripening rooms (33.28%) and the (increased) possibility of marketing ham slices cut with
289 a knife (rather than a slicer) are possible innovations in the chain (21.60%).

290 The place strategy is ensured by the coverage of local stores in the PDO area, serving as
291 ambassadors for the products (41.25%) and improving local product visibility. Working with a high-end
292 specialized network (31.10%), possibly outside the geographical area of production, would be another
293 opportunity to promote the distribution and sale of NB processed food.

294 Regarding the promotion strategy, this is mainly linked to its heritage dimension. This result is in
295 line with the work of Sanz-Cañada and Muchnik (2016), who showed that identity-based food is related to
296 territory. To support these products, it is important to focus on their showcasing and cooking lessons
297 highlighting their sensory characteristics (44.68%). Different promotional strategies have been identified
298 based on the relationship between the food and its story. Training in the product history for all the
299 stakeholders in the sale of the product is a key element (37.49%). A two-pronged product promotion
300 strategy was considered, one for the public, based around the PDO and the acknowledgement of values of
301 the NB chain, and the other for professionals (17.84%).

302 Last, the price strategy is based on a modification of the carcass payment grid to include meat
303 quality indicators (48.61%) in an attempt to improve the quality of the meat and fat and to manage its
304 variability.

305

306 *3.2.4 Krškopolje Pig*

307

308 The stakeholders described dry-cured products, fresh meat, and innovative culinary products to be
309 the three most important product strategies. Following the AHP analysis, the highest relative importance
310 (Fig. 6) was assigned to dry-cured products (49.46 %).

311 Regarding the place strategy, the AHP analysis revealed that stakeholders considered the most
312 important channel for the products from the breed (42.99%) to be direct sales, with business gifts
313 mentioned. This type of distribution is further supported by the significant importance given to state
314 protocol (use as gifts and in gala dinners) (23.29%) as the third most important distribution channel. Good
315 high-cuisine restaurants were recognized as the second most important distribution channel (33.82%).

316 Focusing on the promotion strategy, having a prestigious seal was recognized by stakeholders as the
317 most important (49.05%), and given twice as much weight as the next two key promotion strategies
318 identified, namely guided tours with tasting (25.92%) and promotion via educational institutions

319 (25.03%). The importance of use of these products as state protocol gifts and the promotion of the breed
320 and its products in education centres and schools were highlighted. Last, the key price policy strategies
321 established with the AHP methodology were premium price, differentiated price, and price adjusted to the
322 sales channel. The premium price strategy was given the greatest weight (42.69%). In summary, the
323 recognized assets were mainly non-intensive traditional rearing, good quality and flavour, and cultural
324 heritage, while the main shortcomings were a disorganized value chain and no processed food
325 standardization. The Localized Agro-Food Systems concept (SYAL) could be an interesting tool to
326 improve cooperation in this chain (Muchnik et al., 2008).

327

328 *3.2.5 Turopolje Pig*

329 The product strategy for TP processed food should rely on high product quality and be used for
330 product positioning. This is in line with previous research (Cerjak et al., 2014) showing that Croatian
331 consumers perceive a better quality of traditional products as one of the major motives for their purchase.

332 One of the most important elements of product policy is the standardization of processed food
333 (40.58%) (Fig. 7). Next to it is the use of quality labels, with priority given to the PDO quality sign
334 (38.27%) and the organic label, customer perception associated with higher product positioning, purchase
335 frequency, and willingness to pay, as shown by Bryła (2017). Due to market saturation in terms of
336 exclusive products, TP processed food should be sold in smaller packages and using innovative strategies
337 such as sales in gift baskets. Images of the Turopolje region and/or TP should be used on the packages
338 (21.15%) to highlight the product origin.

339 Regarding the place strategy, TP products could only be purchased directly from producers and
340 were occasionally served in local restaurants, which was recognised as a major problem. Therefore, while
341 representing an important percentage (29.09%), direct sales were evaluated as less important than sales in
342 specialized shops (40.69%) and restaurants (30.22%). These findings are in line with a previous study

343 (Jensen et al., 2019) which showed that Danish local food consumers support short food chains. Only a
344 few respondents agreed with an online sales strategy.

345 Focusing on the promotion policy, most of the stakeholders stated that the main message they
346 would convey to consumers is that TP processed foods are healthy, environmentally friendly, and of high
347 quality, representing the tradition and indigenous nature of the breed and the raw materials involved
348 (47.23%). However, a few respondents stated that they would segment consumers and use messages
349 adapted to each type of target. Storytelling, which involved sharing stories about the history and traditions
350 of the Turopolje region (30.57%), was considered an important promotion strategy. Respondents agreed
351 on the usefulness of direct marketing, including promotion at fairs and local events, word of mouth, and
352 others (22.19%). Promotion through social networks (Facebook, Instagram, Twitter, etc.) was likewise
353 considered a prospective promotional strategy. Last, all stakeholders agreed that TP products should cost a
354 premium price due to their expensive production and product exclusivity. However, some stakeholders
355 held a different opinion on the pricing strategy within the supply chain, believing that adding value to a
356 product (e.g., exclusive packaging) should also influence the selling price (25.21%). Some respondents
357 emphasized the need for common price negotiation if processed foods were to be standardized.

358

359 **3.3 Strategies of the local systems**

360 The extensive or semi-extensive local grazing systems characterizing the five swine breeds
361 addressed in this study (Fig. 8) are essential towards the conservation and enhancement of high natural
362 value farming systems, as described by Varga et al. (2016). Autochthonous breeds play a role in
363 supporting agroecosystem resilience (Hajjar et al., 2008), maintaining socio-cultural traditions, local
364 identities, traditional knowledge (Nautiyal, 2018), and cultural landscapes (Tisdell et al., 2003), all of
365 which are public goods and attributes identified in our study.

366 Recent research has demonstrated that the best chance of conserving the genetic diversity of
367 autochthonous swine breeds comes from a mix of looking for niche markets for the processed food and
368 increasing awareness among consumers who appreciate the high quality of traditional meat products
369 (Kallas et al., 2019). To this effect, the stakeholders in the present study identified the following actions as
370 the best product strategies: enhancing and highlighting the sensory quality of the meat products, boosting
371 the Geographical Indications and Traditional specialties of the breed, where appropriate (PGI and PDO),
372 improving the standardization of the food processing among producers to ensure homogeneous products,
373 and increasing product diversity and traceability. This is in line with the emergent interest in local foods,
374 where consumers perceive to have higher quality standards and to be tools for preserving tradition and
375 local know-how (Gilg and Battershill, 1998; Weatherell et al., 2003; Vecchio, 2011). In addition, the PDO
376 and PGI logos are commonly considered the main purchasing motivation for a shopper with an excellent
377 knowledge of the EU certification label, according to Vecchio and Annunziata (2011). However, a better
378 understanding of the relationships between people, products, and territory will be crucial to the survival of
379 these local systems. Our study hints at organizational differences among these systems. Hence, in some of
380 the studied chains (Cinta Senese and Krškopolje Pig), better cooperation among the stakeholders and
381 major collective action is needed. This cooperation would improve the governance and increase
382 negotiation ability with the other stakeholders related to the marketing strategy, as described by
383 Pensado-Leglise and Sanz Cañada (2018).

384 Regarding the price strategy, maintaining a high price based on a premium category while letting
385 consumers taste the product *in situ* (show-cooking, direct marketing) and establishing price differentiation
386 depending on feeding (extensive vs concentrate) were identified as key elements in our study, which is
387 also in agreement with Stampa et al. (2020).

388 With regards to the place strategy, the stakeholders identified the need to increase the presence of
389 traditional products in the HORECA sector and to improve and intensify their presence in specialized
390 local food shops selling top-quality products and gourmet foods. This strategy, which was identified in

391 most of the chains studied, is in line with Jensen et al. (2019). Similarly, Conner and Oppenheim (2008)
392 showed that natural food stores were the most promising distribution channel.

393 Several common strategies identified to promote the processed food from local systems were
394 based on public relations, including food and gastronomic events, tourist events, workshops, guided tours,
395 direct sales to companies for business gifts, web pages, and collaboration with catering schools, popular
396 chefs, and athletes. They highlighted that any promotional message should include information about the
397 history of the product and its healthy properties. However, the concept of “growing in”, referring to the
398 information about the product origin, as discussed in the study from the USA by Conner et al. (2009),
399 must be enhanced. This aspect was not given enough consideration by the stakeholders of these European
400 local systems. Securing public administration support is recommended to develop these aspects.

401

402 **4. Concluding remarks**

403 The participative bottom-up mixed methods approach used in this study involving the key
404 stakeholders in each untapped breed value chain is novel and enabled us to co-construct the identified
405 strategies. This methodology increases the likelihood of successfully implementing these strategies since
406 they are not seen as impositions from external agents.

407 The main parameters of this study of untapped swine breeds were based on non-intensive
408 traditional rearing, good sensory quality, and cultural heritage. The extensive production systems that
409 characterize these native breeds are fully aligned with sustainability since they are an essential element in
410 the conservation and enhancement of high nature value local farming systems.

411 The stakeholders identified having PGI and PDO seals as being of utmost importance to enhance
412 the sensory quality of the products, improve the standardization and traceability of the food processing to

413 ensure homogeneous products, and to enhance their high price based on the premium category and direct
414 sales. Iberian meat products could be a strong competition mainly to the MBP and NB breeds and hence
415 effective product identification and traceability is highly important. The stakeholders of these
416 autochthonous breeds must place greater emphasis on highlighting grazing as a feeding strategy (extensive
417 or semi-extensive), the meat products derived from the swine, and their origin.

418

419 5. References

- 420 **Abedi, G. and Abedini, E.** 2017. Prioritizing of marketing mix elements effects on patients' tendency to
421 the hospital using analytic hierarchy process. *International Journal of Healthcare Management*
422 10(1):34–41.
- 423 **Borrisser-Pairó, F., Kallas, Z., Panella-Riera, N., Avena, M., Ibáñez, M., Olivares, A., Gil, J. M., and**
424 **Oliver, M. A.** 2016. Towards entire male pigs in Europe: A perspective from the Spanish supply
425 chain. *Research in Veterinary Science* 107:20–29.
- 426 **Bozzi, R. and Crovetto, A.** 2013. Conservational issues in local breeds—state of the art. 8th International
427 Symposium on the Mediterranean Pig Ljubljana. p. 4, 9–14.
- 428 **Brown, C.** 2003. Consumers' preferences for locally produced food: A study In southeast Missouri on
429 JSTOR. *American Journal of Alternative Agriculture* 18(4):213–224.
- 430 **Bryła, P.** 2017. The perception of EU quality signs for origin and organic food products among Polish
431 consumers. *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods* 9(3):345–355.
- 432 **Čandek-Potokar, M., Giusto, A., Conti, C., Cosola, C., and Fontanesi, L.** 2018. Improving
433 sustainability of local pig breeds using quality labels - case review and trademark development in
434 project TREASURE. *Archivos de Zootecnia(Suppl)*:235.
- 435 **Čandek-Potokar, M. and Nieto, R.** 2019. European Local Pig Breeds-Diversity and Performance. A
436 study of project TREASURE.
- 437 **Cerjak, M., Haas, R., Brunner, F., and Tomić, M.** 2014. What motivates consumers to buy traditional
438 food products? Evidence from Croatia and Austria using word association and laddering interviews.
439 *British Food Journal* 116(11):1726–1747.
- 440 **Chambers, S., Lobb, A., Butler, L., Harvey, K., and Bruce Trail, W.** 2007. Local, national and
441 imported foods: A qualitative study. *Appetite* 49(1):208–213.
- 442 **Conner, D. S., Montri, A. D., Montri, D. N., and Hamm, M. W.** 2009. Consumer demand for local
443 produce at extended season farmers' markets: Guiding farmer marketing strategies. *Renewable*
444 *Agriculture and Food Systems* 24(4):251–259.
- 445 **Conner, D. S. and Oppenheim, D.** 2008. Demand for Pasture-Raised Livestock Products in Michigan:
446 Results of Consumer Surveys and Experimental Auctions. *Journal of Food Distribution Research*
447 39(1).
- 448 **Font-i-Furnols, M. and Guerrero, L.** 2014. Consumer preference, behavior and perception about meat
449 and meat products: An overview. *Meat Science* 98(3):361–371.
- 450 **Gilg, A. W. and Battershill, M.** 1998. Quality farm food in Europe: a possible alternative to the
451 industrialised food market and to current agri-environmental policies: lessons from France. *Food*
452 *Policy* 23(1):25–40.
- 453 **Giraud, G.** 2002. Consumer Perception of Typical Food Products in Europe. Xth EAAE Congress
454 'Exploring Diversity in the European Agri-Food System Zaragoza.
- 455 **Guerrero, L.** 2001. Marketing PDO (Products with Denominations of Origin) and PGI (Products with

- 456 Geographical Identities). *Food, People and Society*:281–297.
- 457 **Guerrero, L., Claret, A., Verbeke, W., Vanhonacker, F., Enderli, G., Sulmont-Rossé, C., Hersleth,**
 458 **M., and Guàrdia, M. D.** 2012. Cross-cultural conceptualization of the words Traditional and
 459 Innovation in a food context by means of sorting task and hedonic evaluation. *Food Quality and*
 460 *Preference* 25(1):69–78.
- 461 **Hajjar, R., Jarvis, D. I., and Gemmill-Herren, B.** 2008. The utility of crop genetic diversity in
 462 maintaining ecosystem services. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 123(4):261–270.
- 463 **Horizon 2020 Programme.** 2015. Treasure-Diversity of local pig breeds and production systems for high
 464 quality traditional products and sustainable pork chains. *Treasure.kis.si* [Internet]. Available at
 465 Website <https://treasure.kis.si/>.
- 466 **Howard, P. H.** 2006. Central Coast consumers want more food-related information, from safety to ethics.
 467 *California Agriculture* 60(1):14–19.
- 468 **Ilbery, B. and Kneafsey, M.** 1999. Niche markets and regional speciality food products in Europe:
 469 Towards a research agenda. *Environment and Planning A* 31(12):2207–2222.
- 470 **Ilbery, B., Maye, D., Kneafsey, M., Jenkins, T., and Walkley, C.** 2004. Forecasting food supply chain
 471 developments in lagging rural regions: Evidence from the UK. *Journal of Rural Studies* 20(3):331–
 472 344.
- 473 **Jensen, J. D., Christensen, T., Denver, S., Ditlevsen, K., Lassen, J., and Teuber, R.** 2019.
 474 Heterogeneity in consumers' perceptions and demand for local (organic) food products. *Food*
 475 *Quality and Preference* 73:255–265.
- 476 **Kallas, Z., Varela, E., Čandek-Potokar, M., Pugliese, C., Cerjak, M., Tomažin, U., Karolyi, D.,**
 477 **Aquilani, C., Vitale, M., and Gil, J. M.** 2019. Can innovations in traditional pork products help
 478 thriving EU untapped pig breeds? A non-hypothetical discrete choice experiment with hedonic
 479 evaluation. *Meat Science* 154:75–85.
- 480 **Karolyi, D., Luković, Z., Salajpal, K., Škorput, D., Vnučec, I., Mahnet, Ž., Klišanić, V., and**
 481 **Batorek-Lukač, N.** 2019. Turopolje Pig (Turopoljska svinja). In M. Čandek-Potokar and R. M.
 482 Nieto Linan (eds.). *European Local Pig Breeds - Diversity and Performance. A study of project*
 483 *TREASURE IntechOpen, Rijeka.*
- 484 **Lebret, B., Kallas, Z., Lenoir, H., Perruchot, M. H., Vitale, M., and Oliver, M. O.** 2018. Consumers'
 485 study on traditional pork products from local breeds: expectations and hedonic evaluation. *Book of*
 486 *Abstracts of the 69th Annual Meeting of the European Association for Animal Production*
 487 *Dubrovnik, Croatia. p. 492.*
- 488 **Lukač, N. B., Tomažin, U., Škrlep, M., Kastelic, A., Poklukar, K., and Čandek-Potokar, M.** 2019.
 489 Krškopoljski prašič (Krškopolje Pig). In M. Čandek-Potokar and R. Nieto Linan (eds.). *European*
 490 *Local Pig Breeds-Diversity and Performance. A study of project TREASURE IntechOpen, Rijeka.*
- 491 **Marsden, T., Banks, J., and Bristow, G.** 2000. Food Supply Chain Approaches: Exploring their Role in
 492 Rural Development. *Sociologia Ruralis* 40(4):424–438.
- 493 **Mercat, M. J., Lebret, B., Lenoir, H., and Batorek-Lukač, N.** 2019. Gascon Pig. In M. Čandek-Potokar
 494 and R. Nieto (eds.). *European Local Pig Breeds - Diversity and Performance IntechOpen, Rijeka. p.*
 495 *14p.*
- 496 **Muchnik, J., Cañada, J. S., Salcido, G. T., Muchnik, J., Cañada, J. S., Torres, G., and Systèmes, S.**
 497 2020. Systèmes agroalimentaires localisés : état des recherches et perspectives To cite this version :
 498 **Muchnik, J., Sanz Cañada, J., and Torres Salcido, G.** 2008. Systèmes agroalimentaires localisés : état
 499 des recherches et perspectives. *Cahiers Agricultures* 17(6):513–519.
- 500 **Nautiyal, N. P.** 2018. The sociological importance of social movements: in the perspective of
 501 Uttarakhand separate state movement. *International Journal of Research in Social Sciences* 8(3).
- 502 **Pensado-Leglise, M. del roble and Sanz Cañada, J.** 2018. Valorización de una Indicación Geográfica
 503 Protegida. El caso de la carne de la Sierra de Guadarrama, España. *Revista Mexicana de Ciencias*
 504 *Pecuarias* 9(3):451–465.
- 505 **Pugliese, C., Bozzi, R., Gallo, M., Geraci, C., Fontanesi, L., and Batorek-Lukač, N.** 2019. Cinta
 506 Senese Pig. In M. Čandek-Potokar and R. Nieto (eds.). *European Local Pig Breeds - Diversity and*

507 Performance. A study of project TREASURE IntechOpen, Rijeka.

508 **Romanzin, A., Corazzin, M., Piasentier, E., and Bovolenta, S.** 2013. Effect of rearing system

509 (mountain pasture vs. indoor) of Simmental cows on milk composition and Montasio cheese

510 characteristics. *Journal of Dairy Research* 80(4):390–399.

511 **Saaty, T.** 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical*

512 *Psychology* 15(3):234–281.

513 **Saaty, T.** 1980. *The analytic hierarchy process*. McGraw Hill, New York.

514 **Sanjuán, A. I., Resano, H., Zeballos, G., Sans, P., Panella-Riera, N., Campo, M. M., Khliji, S.,**

515 **Guerrero, A., Oliver, M. A., Sañudo, C., and Santolaria, P.** 2012. Consumers' willingness to pay

516 for beef direct sales. A regional comparison across the Pyrenees. *Appetite* 58(3):1118–1127.

517 **Sanz-Cañada, J. and Muchnik, J.** 2016. Geographies of Origin and Proximity: Approaches to Local

518 Agro-Food Systems. *Culture & History Digital Journal* 5(1):e002.

519 **Soy-Massoni, E., Monllor, N., Nuss, S., Markuszewska, I., and Tanskanen, M.** 2019. Landscape

520 eaters: supporting rural development and ecosystem services delivery by eating. *Agriculture and*

521 *Food* 6(1):381–398.

522 **Stampa, E., Schipmann-Schwarze, C., and Hamm, U.** 2020. Consumer perceptions, preferences, and

523 behavior regarding pasture-raised livestock products: A review. *Food Quality and Preference*

524 82:103872.

525 **Swisher, M. E., Ruiz-Menjivar, J., and Koenig, R.** 2018. Value chains in renewable and sustainable

526 food systems. *Renewable Agriculture and Food Systems* 33(1):1–5.

527 **Tibau, J., Torrentó, N., Aguado, R. Q., González, J., Oliver, M. A., Gil, M., and Batorek-Lukač, N.**

528 2019. Negre Mallorquí (Majorcan Black) Pig. In M. Čandek-Potokar and R. Nieto (eds.). *European*

529 *Local Pig Breeds-Diversity and Performance. A study of project TREASURE IntechOpen, Rijeka.*

530 **Tisdell, C., Eni, F., and Mattei, E.** 2003. Socioeconomic Causes of Loss of Animal Genetic Diversity:

531 Analysis and Assessment. *Ecological Economics*.

532 **Varga, A., Molnár, Z., Biró, M., Demeter, L., Gellény, K., Miókovics, E., ... & Babai, D.** 2016.

533 Changing year-round habitat use of extensively grazing cattle, sheep and pigs in East-Central Europe

534 between 1940 and 2014: Consequences for conservation and policy. *Agriculture, Ecosystems and*

535 *Environment* 234:142–153.

536 **Vecchio, R.** 2011. Italian and United States farmers' markets: Similarities, differences and potential

537 developments. *Journal of Food Products Marketing* 17(2–3):386–406.

538 **Vecchio, R. and Annunziata, A.** 2011. The role of PDO/PGI labelling in Italian consumers' food

539 choices. *Agricultural economics review*.

540 **Vitale, M., Kallas, Z., Rivera-Toapanta, E., Karolyi, D., Cerjak, M., Lebret, B., Lenoir, H., Pugliese,**

541 **C., Aquilani, C., Čandek-Potokar, M., Gil, M., and Oliver, M. À.** 2020. Consumers' expectations

542 and liking of traditional and innovative pork products from European autochthonous pig breeds.

543 *Meat Science* 168:108179.

544 **Weatherell, C., Tregear, A., and Studies, J. A.-J. of rural.** 2003. In search of the concerned consumer:

545 UK public perceptions of food, farming and buying local. *Journal of Rural Studies* 19(0743–

546 0167):233–244.

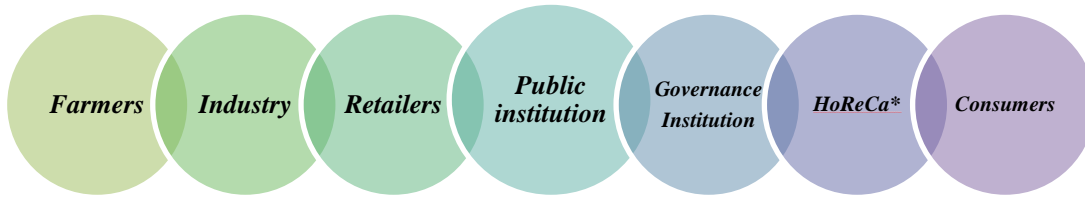
547 **Weible, D., Christoph-Schulz, I., Salamon, P., and Zander, K.** 2016. Citizens' perception of modern

548 pig production in Germany: a mixed-method research approach. *British Food Journal* 118(8):2014–

549 2032.

551

552 **Figures:**



553

554 *: Hotels, Restaurants, and Catering

555 **Fig. 1.** Stakeholders' type included in the Focus groups.

556

557

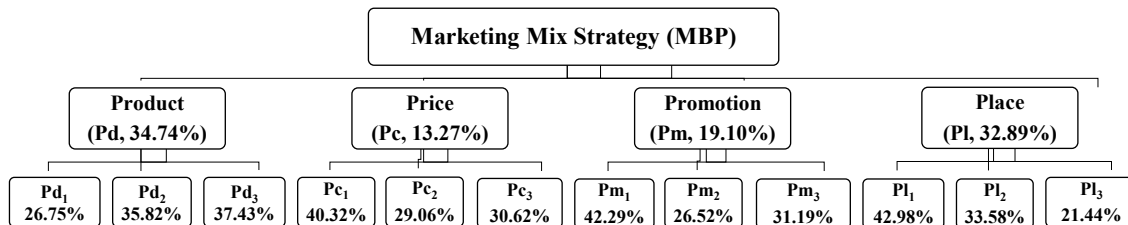


558

559 **Fig. 2.** Hierarchical structure used to value best policy for the untapped swine breeds.

560

561



562

563 **Fig. 3.** Hierarchical structure used to value the best policy for the MBP breed.

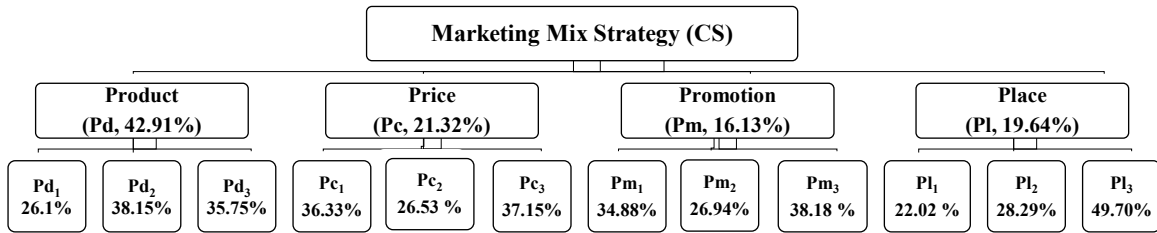
564

565 **Product (Pd):** Pd1: Boost PGI brand, Pd2: Enhance the organoleptic quality of the product, Pd3: Diversify the product and adapt
 566 to the needs of the young consumer. **Place (Pl):** Pl1: Selling MBP products in local restaurants, Pl2: Distribution of sobrassada in
 567 local shops, Pl3: (MBP sector) with access to different distribution channels. **Promotion (Pm):** Pm1: Marketing strategies based
 568 on public relations (food and gastronomic events), Pm2: Promotion in primary schools with the support of the Public
 569 Administration, Pm3: TV promotion, and **Price (Pc):** Pc1: To maintain a high price strategy based on a premium category, Pc2:
 570 To increase the transparency of prices along the production chain, and Pc3: To apply a premium strategy along all the production
 571 chain.

572

573

574

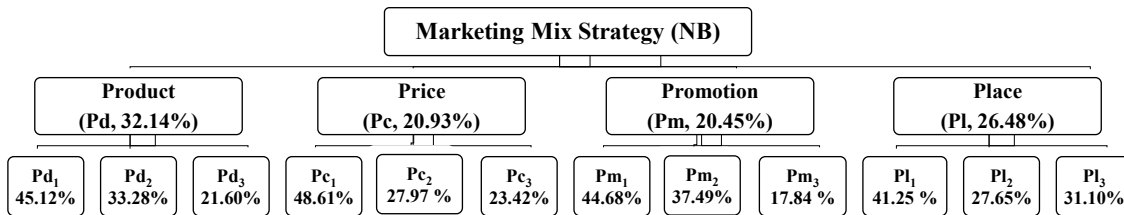


575

576

Fig. 4. Hierarchical structure used to value the best policy for the CS breed.

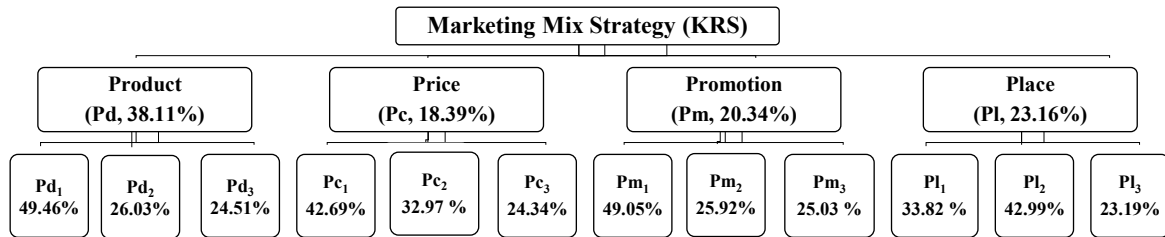
577 **Product (Pd):** Pd1: Increase the diffusion of fresh meat, Pd2: Healthier products (less salt, less additives), Pd3: Improve the
 578 standardization of manufacturing process among producers to ensure homogeneous products. **Place (Pl):** Pl1: Stores of top-
 579 quality products (also GDO with gourmet lines), Pl2: Local shops, Pl3: High quality restaurants. **Promotion (Pm):** Pm1:
 580 Collaboration with chefs, Pm2: Collaboration with cooking schools, Pm3: Promotion on social networks. **Price (Pc):** Pc1
 581 Different price between organic and conventional products, Pc2: Different prices depending on feeding strategy (i.e. finishing
 582 with acorn/chestnut or concentrate), and Pc3: Higher price, but let the consumers try the products in stores.



583

Fig. 5. Hierarchical structure used to value the best policy for the Noir de Bigorre chain-Gascon breed.

585 **Product (Pd):** Pd: To obtain traceability/identification card for ham and loin, Pd2: To set up ageing room in the open-air, Pd3: To
 586 bring to market knife sliced products. **Place (Pl):** Pl1: To extend the coverage of local stores in DPO area, Pl2: To develop their
 587 export sales. Pl3: To work with specialized high-end network. **Promotion (Pm):** Pm1: To support products from processing to
 588 tasting (showcase of products, cooking lesson), Pm2: To provide training in products history for all actors participating in product's
 589 sale, Pm3: To build two promotions: one for general public, another for professionals. **Price (Pc):** Pc1: To create carcass payment
 590 table at SICA to encourage meat quality, Pc2: To raise prices of rare products (dry-cured ham, dry sausage), and Pc3: To raise
 591 pig price at SICA.
 592
 593
 594
 595
 596
 597
 598
 599



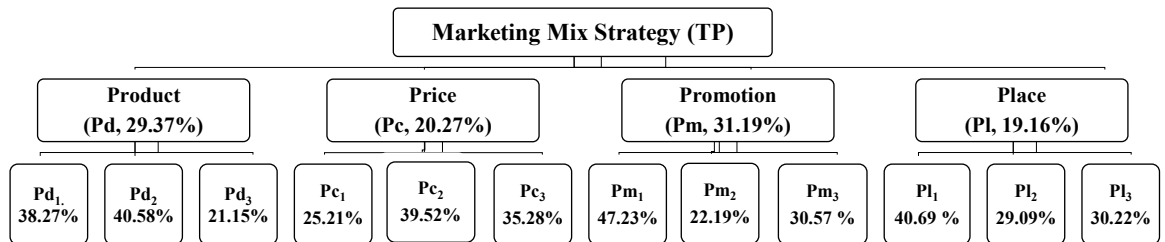
600

601

Fig. 6. Hierarchical structure used to value the best policy for the KRS breed.

602 **Product (Pd):** Pd₁: Dry-cured products, Pd₂: Fresh Meat, Pd₃: Innovative culinary products. **Place (Pl):** Pl₁: Good, high end
 603 restaurants, Pl₂: Direct sales (on farms, and to companies for business gifts), Pl₃: State protocol. **Promotion (Pm):** Pm₁:
 604 Prestigious brand, Pm₂: Guided tours, tasting, Pm₃: Through educational institutions. **Price (Pc):** Pc₁: Premium price, Pc₂:
 605 Differentiated price and Pc₃: Price adjusted to sales channel.

606



607

608

Fig. 7. Hierarchical structure used to value the best policy for the TP breed.

609 **Product (Pd):** Pd₁: To obtain "Protected Designation of Origin" (PDO) status, Pd₂: Standardization of production (recipe), Pd₃:
 610 Exclusive packaging. **Place (Pl):** Pl₁: In specialized shops, Pl₂: Direct sale Pl₃: In restaurants. **Promotion (Pm):** Pm₁: Promotion
 611 of healthy, ecological, indigenous, traditional, high-quality products, Pm₂: Direct marketing (fairs, local events, oral submission
 612 ...), Pm₃: Use Turopolje heritage in promotion. **Price (Pc):** Pc₁: Premium price for premium products, Pc₂: All Turopolje pig
 613 products should be in the same premium price segment and Pc₃: Aligned price strategy along the entire value chain

614

615

616

617

618

619

620



a) Majorcan Black Pig (MBP)



b) Cinta Senese (CS)



c) Gascon pig - Noir de Bigorre chain (NB)



d) Krškopoljski prašič (KRS)



e) Turopolje pig (TP)

621 **Fig. 8.** Growing finishing pig from Mallorca island (a), Tuscany (b), Hautes-Pyrénées (c), Slovenia (d),
 622 and Turopolje region (e)

623

624

625 **Table:**

626

627 **Table 1.** Example of the AHP pairwise comparison across Policies

628

Policy I									Policy n								
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

629 *Compare the following policies in a pairwise way to identify the most important one as the best marketing strategies for the*

630 *added-value meat products from the untapped swine breeds.*

631

632

633

634

635

636

637

638

639

640

641

642

643

644

645

646

647

648

Table 2. Summary of stakeholders' points of view from SWOT analysis of each local swine breed system: differences and common aspects

Breed	Nº	Strengths	Weaknesses	Opportunities	Threats
MBP	1	Differentiated native breed adapted to the territory and agro-climatic conditions	Elevated farming costs	Expansion to international market	Competition with Iberian pig products
	2	PGI of the <i>sobrassada</i>	Small size of the farms and the heterogeneity of the products' quality	Building customer loyalty within the local Majorcan market	Low price of meat products from other commercial swine
	3	High intrinsic sensory quality of meat and meat products	Lack of professionalism	Promotion of PGI meat products	Fat content
CS	1	Traditional rearing system and the know-how of farmers ensures meat and meat products with excellent sensory features	CS fresh meat is scarcely available outside Tuscany	Working on a better communication strategy for the breed and its products	Products' frauds increasing distrust of consumers and their concerns for health and animal welfare CS systems are dealing with consumers' increasing disinformation about food and agriculture systems
	2	Meat has earned the PDO to give a strong identity to CS	CS system is fragmented between farms and processing industries	Collaboration with renowned chefs to enlarge the consumer knowledge	Elder farmers who keep adopting inefficient management and market strategies
	3	Creating a rewarding niche market for environmentally sensitive consumers	Lack of communication and collaboration and lack of shared marketing strategies.	The PDO label	
NB	1	High sensorial quality (flavour) of the products	Managing variability at each stage of production.	Heritage of the chain as factor of attractiveness for tourism and institutions	Sanitary crises (epizootic epidemic, African swine fever) at national, European or international levels
	2	PDO label (breed, know-how and terroir) as protector of NB chain	Variability between farms in the sanitary risk	Use of local resources developed by the NB chain meet the social expectations of consumers	Confusion with the adjective "black" used by other swine chains
	3	Feeding natural resources, outdoor production system	No control of use breed outside the PDO area	Intrinsic quality (sensory, nutritional...)	Declining meat consumption
KRS	1	Non-intensive traditional way of rearing	The value of breed is not sufficiently distinguished	Need for branding strategy "back to nature"	The inability of breeders to achieve the expected price levels
	2	High meat quality (sensory properties)	The quality of meat products is not adequately standardised	Differentiate sales channels through tourism, HoReCa sector, gifts	Intensification of the rearing mode, lack of the quality rules
	3	Cultural heritage related to the KRS systems	Lack of standardized production process	Consumers' perceptions to local products and extensive production systems	Missing intermediate factors in the value chain
TP	1	The long-standing tradition in its breeding	Long and expensive production cycle	Increasing purchasing power of some consumer segments	Higher exposure to animal diseases and unfavourable weather conditions
	2	Swine are raised outdoor and fed with naturally available feedstuffs	Low prolificacy (small number of piglets)	Use of celebrity marketing	Competition with other local swine breeds
	3	Meat products with PGI	High mortality rate and consequently the high price of TP products	Support of local authorities in application for PGI	Low interest and unfamiliarity of wider range of consumers with products of TP

Capítulo V

Discusión General





V.1 Consideraciones previas

¿Por qué se plantearon los estudios en hamburguesas tradicionales y en carne de raza autóctona de cerdos?

Los estudios de esta Tesis se plantearon, tal y como ya se ha comentado, siguiendo las indicaciones de la convocatoria (“Call”) a la que se presentó la propuesta del proyecto TREASURE, del Programa de Investigación de la Unión Europea, H2020. Siguiendo la bibliografía (Gómez et al., 2014; Guerrero et al., 2010) se diseñaron estudios de investigación para mejorar los productos tradicionales y hacer innovaciones al respecto, en el campo de los productos cárnicos procedentes de razas autóctonas de cerdos en peligro de extinción.

En investigaciones recientes, previas a la tesis, pero ya dentro del proyecto TREASURE, en las que he participado y que se publicaron en la revista *International Society of Antioxidants in Nutrition and Health* (Oliver et al., 2017), se plantearon estudios en hamburguesas de cerdo del Porc Negre Mallorquí (PNM ó MBP, *Majorcan Black pig*) con dos objetivos: i) enriquecer las hamburguesas de PNM con ingredientes vegetales, ii) obtener productos cárnicos tradicionales y nuevos con una alta calidad sensorial, saludables y con identidad regional. Estos objetivos seguían las indicaciones del “Call” del Programa H2020. Las hamburguesas de PNM fueron enriquecidas con componentes bioactivos como polifenoles y β -glucanos presentes en los arándanos (deshidratados y en extracto) y en las setas (*shitake* y *porcini*), respectivamente. Se diseñaron cuatro tratamientos: Control: (PNM), T₁: setas shiitake T₂: setas porcini, T₃: arándanos deshidratados y el extracto de arándanos, T₄: arándanos deshidratados. Estas investigaciones fueron la base de los tratamientos, que se utilizaron para conocer la opinión de los consumidores en la ciudad de Barcelona y que se ha publicado en *Meat Science* y compone el Estudio 1- Estudio de consumidores- *Consumers’ expectations and liking of traditional and innovative pork products from European autochthonous pig breeds*, de mi tesis doctoral. Además, en este artículo se han publicado los estudios de consumidores que se realizaron en otras regiones



europas, con diferentes innovaciones, dependiendo de cada sistema de producción, pero utilizando la misma metodología de trabajo (ver Tabla 5).

Los resultados más relevantes de estas investigaciones previas en cuanto a la composición de las hamburguesas (Oliver et al., 2017), están detalladas en la Tabla 7 y respecto al panel sensorial, en la Figura 24:

Tabla 7. Contenido de polifenoles y beta-glucanos en hamburguesas de PNM de 120 g

	Ingrediente vegetal por Kg de carne de PNM	Ingrediente funcional por hamburguesa (120g)
T₁	10 g shiitake	0.36 g beta-glucanos
T₂	10 g porcini	0.28 g beta-glucanos
T₃	20 g arándanos*	28.6 mg polifenoles
T₄	20 g arándanos deshidratados	17.8 mg polifenoles

*10g arándanos deshidratados + 10 g de extractos de arándanos (Oliver et al., (2017)).

Los componentes bioactivos presentes en las hamburguesas con un nuevo perfil con respecto al control fueron: 28.6 mg y 17.8 mg de los polifenoles totales en T₃ y T₄; 0.36 y 0.28 g de β -glucanos en T₁ y T₂.

En relación con la evaluación sensorial de las hamburguesas, el panel entrenado evaluó los atributos sensoriales (*Odour, texture, taste and global acceptability*) de todos los tratamientos, con una escala de cinco puntos. El control y los tratamientos fueron evaluados, en el rango de la puntuación 3.0 - 4.0, que es “no me gusta o no me disgusta” y “me gusta”, respectivamente.



En la Figura 24, se muestran los resultados de la evaluación sensorial de las hamburguesas de PNM. Se puede observar que los tratamientos T₂ (hamburguesas enriquecidas con setas porcini) y T₃ (hamburguesas enriquecidas con arándanos y extracto) fueron las hamburguesas evaluadas con una mayor puntuación y aceptabilidad en comparación con el resto de los tratamientos, por parte de los panelistas.

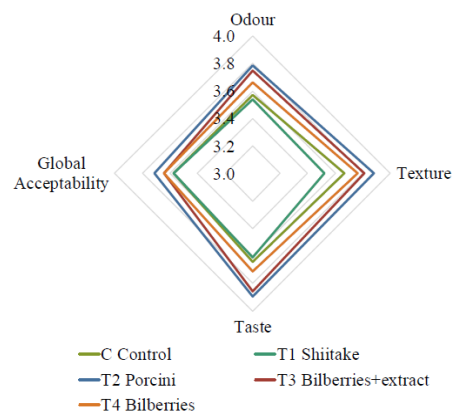


Figura 24 Evaluación sensorial de las hamburguesas de PNM (Oliver et al., (2017)).

La formulación de los tratamientos (T₂ y T₃) son los que se utilizaron para el estudio de consumidores en Barcelona. Por otro lado, otros autores investigaron el uso de otras alternativas de extractos de plantas o frutos, como antioxidantes naturales, en la formulación de hamburguesas de cerdo, como es el caso del extracto de romero, piel de uva, té verde, café (Nissen et al., 2004) y canela (Shan et al., 2009), sus ingredientes ayudaron a controlar la oxidación lipídica y flavor de las hamburguesas. El efecto de los diversos extractos incorporados en el producto cárnico está relacionado con el grado de oxidación de lípidos y se hizo evidente una clasificación general de la eficacia antioxidante de los extractos en orden decreciente: Romero > piel de uva > té > café. Además, la relación entre los extractos y la vitamina E indicó que los extractos, en cierta medida, interactuaban con la vitamina y evitaban que se degradara. En conclusión, el extracto de romero mostró potencial para mantener la calidad sensorial de productos procesados (Tabla 2 de la introducción).

En relación a los productos cárnicos del PNM, el principal producto elaborado simbólico del PNM es la Sobrassada (latín *salpressare*, compuesto de *sal*, *salis* y *pressare*) (Jaume, 2017). La



Sobrassada del PNM (60% carne y un 40% de grasa subcutánea de animales de raza pura), tiene reconocimiento de una IGP desde 1994, (Figura 25).



Figura 25. Etiqueta de identitat de la sobrassada mallorquina de porc negre. *Gentilesa del Consell Regulador de la Indicació Geogràfica Protegida*

Otro producto es el lechón (8kg) llamado “Porcella” que puede consumirse confitado o asado (Figura 7). En las matanzas se obtienen otros productos tradicionales, así como también las piezas destinadas al consumo en fresco. Dentro de estos productos encontramos: manteca, los chicharrones, el lomo, la aguja, la panceta, la bola, el morro y la careta (Jaume, 2017).

Debido a que el mercado muestra signos de saturación en el consumo de Sobrassada de Cerdo Negro Mallorquín, una de las alternativas que se puede plantear es poner en valor la lechona del PNM (Jaume, 2017). En el ámbito familiar y para el consumo doméstico se sigue manteniendo la tradición de sacrificar el cerdo y elaborar con él la sobrassada artesanal y otros productos típicos de Mallorca.

Ante estos antecedentes, se decidió investigar otras alternativas de productos, y ofrecer un producto cárnico fresco, conocido, con una gran demanda por todos los segmentos de los consumidores, fácil de consumir y accesible para todo el mundo. Por esa razón se decidió hacer



estudios en las hamburguesas de carne de PNM; esta hamburguesa tendría características similares a una hamburguesa tradicional, pero con carne de PNM y con innovaciones incorporadas en su composición: ingredientes que generen valor agregado en la formulación del producto, y además que estén ligados con las necesidades y a la demanda actual del consumidor, ofreciendo así una hamburguesa de calidad, con innovaciones más naturales, sostenibles y saludables. Además, otro objetivo era ofrecer un producto para los consumidores que abarque la edad desde los más jóvenes hasta los adultos, un producto estándar, ligado al territorio y que pueda contribuir a la autosostenibilidad de las granjas.

V.2 Primer estudio-Estudio de los consumidores: Aceptabilidad de productos tradicionales e innovadores

En relación al estudio de consumidores (Estudio 1), específicamente en el caso del estudio de la carne del PNM realizado en Barcelona, se decidió desarrollar hamburguesas con dos innovaciones, un tratamiento se enriqueció con los arándanos y otro tratamiento se enriqueció con setas *porcini*, ya que estos ingredientes fueron fuente de antioxidantes y de betaglucanos, respectivamente. En el "Call" europeo se especificaba que deberían mejorarse las características nutricionales y tecnológicas, sin detrimento de las propiedades sensoriales de los nuevos productos desarrollados.

En la tabla 8, se describen los cinco tratamientos que se desarrollaron en todos los estudios de consumidores que evaluaron las preferencias de estos, con respecto a varios productos y en varias regiones europeas: producto tradicional (T) y dos innovaciones (IT₁ e IT₂) de las cuatro razas autóctonas: PNM, CS, NB y TP (Rivera-Toapanta et al., 2021; Vitale et al., 2020) usando una metodología común diseñada en base a pruebas previas, con todos los equipos de investigación que participaron en los estudios. Esta es una de las principales fortalezas del estudio:



V.2.1 Fortalezas

1-Metodología y diseño común, uno o dos productos innovadores (IT₁, IT₂), el producto Tradicional (T), un producto convencional o estándar y un producto de categoría Premium (Ver Figura 26).



Figura 26. Esquema de la metodología y diseño común del producto convencional, tradicional e innovación para cada sistema de producción estudiado.

2-El número de consumidores/ población y su perfil, fueron también comunes a todos los 4 estudios de consumidores realizados, en Barcelona, Florencia, Toulouse y Zagreb.

3-Se diseñaron tres Fases para estudiar dentro del estudio de consumidores, en cada ciudad:

- i) cuando estos no tienen información sobre los atributos, pero sí de los aspectos sensoriales (*Blind test*)
- ii) cuando no tienen información sensorial, pero sí sobre los atributos (*Expected test*)
- iii) cuando tienen la combinación de las dos informaciones (*Informed test*)

**Tabla 8.** Productos cárnicos tradicionales e innovadores de diferentes razas de cerdos autóctonos que se realizó en el estudio de los consumidores

Raza de cerdo autóctonos	Ciudad	Producto convencional (calidad estándar)	Producto convencional (calidad Premium)	Tradicional T	Innovación IT ₁	Innovación IT ₂
Porc Negre Mallorquí (PNM)	Barcelona	Hamburguesa convencional	Hamburguesa Premium	Hamburguesa	Hamburguesa con Fibra natural (seta porcini)	Hamburguesa con antioxidante natural (arándanos)
Cinta Senese (CS)	Bolonia	Salchichas convencionales fermentadas	Salchichas Premium fermentadas	Salchichas fermentadas	Salchichas fermentadas con antioxidantes naturales	
Gascón/ Noir de Bigorre (NB)	Toulouse		Jamón Premium curado (Jamón Ibérico-50%)	Jamón Noir de Bigorre curado -24 meses, DOP	Jamón Noir de Bigorre curado -36 meses, DOP	
Turopolje (TP)	Zagreb	Jamón curado convencional	Jamón curado Premium	Jamón curado	Jamón curado (menos tiempo de salado)	



Como resultados más relevantes, las hamburguesas de PNM-control, en los dos tratamientos con información sensorial fueron las que han tenido una mejor valoración por parte de los consumidores. Además, del test sin información al test con información, la puntuación ha aumentado de forma significativa (Vitale et al., 2020). La calidad excepcional de la carne de cerdo negro con alto contenido de grasa infiltrada y una carne más oscura y con mejor retención de agua que la de cerdo convencional, así como la textura y las características de la grasa (Gonzalez et al., 2009), pueden ser las razones que expliquen esta mayor aceptación de este producto. Por tanto, la calidad sensorial ha sido un factor decisivo, que ha influido positivamente en las preferencias de los consumidores.

Además, nosotros comprobamos que fue necesario tener en cuenta que los distintivos y la información de los productos entregada al consumidor, pueden ser muy importantes para aumentar la aceptación del consumidor, como puede ser el sistema de producción de los cerdos o la raza en cuestión (Guerrero et al., 2009; Sanz-Cañada & Muchnik, 2016). Carrillo et al. (2012) demostraron que las características sensoriales y no sensoriales interactúan para construir la percepción del consumidor y cómo, dependiendo del producto en particular, parámetros como la marca, la categoría, la familiaridad con el producto, así como la familiaridad con el perfil sensorial pueden influir en la evaluación del producto (aceptación y percepción) de diferentes maneras.

Los otros dos tratamientos importantes para la investigación fueron las hamburguesas de PNM con dos innovaciones, que se justifican con el objetivo de enriquecer la carne y como consecuencia, que pueden ofrecer un producto final nutricionalmente mejor (Tabla 8). Sin embargo, los dos ingredientes añadidos, produjeron un cambio muy importante en el aspecto y el gusto del producto; esto influyó en que la calificación de la aceptabilidad de estos productos por parte de los consumidores fuera más baja en comparación con las hamburguesas sin ingredientes, solo con la carne y grasa del Cerdo Negro de Mallorca (PNM). Estos resultados






indican que es importante utilizar estas metodologías para conocer las preferencias de nuevos nichos de mercado.

V.2.2 Debilidades

En relación con las debilidades del estudio, no se contempló informar en concreto sobre el ingrediente que se añadió y que ha influenciado en la percepción sensorial de los consumidores, sino que se focalizó en sus propiedades (Figura 27).

Estudios publicados anteriormente en relación a este tema, demostraron que una comunicación honesta, informativa y que trasmite seguridad es esencial cuando se introducen cambios innovadores a los productos alimentarios tradicionales (Dilme, 2017; Guerrero et al., 2009). En el caso del enriquecimiento con setas, así como con los arándanos, son alimentos saludables, que combinados con la carne de PNM, resultan productos de gran calidad. Sin embargo, la información de los efectos beneficiosos (rico en fibra, antioxidantes etc.) de las hamburguesas, no fue suficiente para que el consumidor los percibiera con efectos significativamente beneficiosos; esto plantea que quizá sería necesario, en futuros estudios indicar la naturaleza de los ingredientes añadidos (Figura 27).

Producte A	Producte B	Producte C
 Hamburguesa Porc Negre Mallorquí	 Hamburguesa Porc Negre Mallorquí	 Hamburguesa Porc Negre Mallorquí
Carne de raça autòctona criada en sistema extensiu	Carne de raça autòctona criada en sistema extensiu Preparada amb una font natural de fibra alimentària que millora les nostres defenses	Carne de raça autòctona criada en sistema extensiu Preparada amb una font natural d' antioxidants que ajuda a prevenir malalties cardiovasculars



Producte D	Producte E
 Hamburguesa mixta Porc i Vedella	 Hamburguesa Vedella
	Carne selecta

Figura 27. Etiqueta con la información de las hamburguesas de Porc Negre Mallorquí (PNM) en el estudio de Barcelona.



V.2.3 Oportunidades

Esta tendencia por parte de los consumidores hacia el consumo de carne saludable va en línea con las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de consumir menos carne. Diferentes factores que tienen que ver con el creciente interés de las personas y los estados en la salud, como la creciente presión del etiquetaje en esta materia, obligan a repensar al sector cárnico y a desarrollar estrategias de adaptación a un mercado cada vez más exigente con la salud. El caso de las hamburguesas enriquecidas con ingredientes saludables puede ser una buena forma de adaptación.

El tema del interés cada vez más creciente en relación con los productos de la tierra, km 0, asociados a la cadena “**Slow Food**”, puede ser también una oportunidad. En relación a esto, Hatipoglu & Inelmen (2021) analizaron como las políticas y las prácticas de gestión y de gobernanza afectan el logro de patrones de consumo y producción sostenible en los **Mercados Tierra**. Un modelo de gobernanza basado en la comunidad permite una amplia participación de las partes interesadas, lo que fomenta la participación y el apoyo de la comunidad. Inspirándose en la filosofía “Slow Food”.

Los Mercados Tierra o locales contribuyen a la conservación de la biodiversidad y a la sostenibilidad económica y social apoyando a los pequeños agricultores, construyendo comunidades, fomentando la justicia social y preservando el patrimonio cultural (Hatipoglu & Inelmen, 2021).

Este tipo de modelo es novedoso porque adopta un enfoque holístico para vincular los mercados de agricultores con los ODS (Hatipoglu & Inelmen, 2021).



En relación a la disponibilidad de productos de calidad específicos vinculados al territorio, la demanda de productos alimenticios tradicionales y locales ha ido creciendo en muchos países europeos en los últimos años (Bernués et al., 2014; Guerrero et al., 2010; Lenglet, 2014). Aunque, los productos locales se asocian con dimensiones de calidad extrínsecas, como herencia y cultura, preservación del medio ambiente, origen del producto o procesamiento, también pueden percibirse como con propiedades sensoriales diferentes y estándares de seguridad más altos (Bernués et al., 2014; Guerrero et al., 2009; Lenglet, 2014). Por lo tanto, los productos tradicionales de estas razas de cerdos autóctonas, pueden considerarse un servicio tanto cultural como de aprovisionamiento (acceso a alimentos nutritivos y saludables).

En la actualidad, los mercados Internacionales como América del Norte, Europa y Asia demandan productos con etiqueta limpia, orgánicos, saludables, con alto valor nutritivo y alta calidad sensorial, pero con el transcurso del tiempo, la demanda del consumidor actual se inclina por productos locales, exóticos, enfocadas a el cuidado de la salud y sostenible.



En el caso de Ecuador, el desarrollo del mercado orgánico y las tendencias de consumo (natural, local, saludable, autóctono) y las demandas ascendentes por parte del consumidor actual, existe gran potencial para los productos y sectores de la oferta exportable ecuatoriana cuya



producción en los países europeos, es limitada o inexistente como es el caso de frutas exóticas, como café, cacao, trigo, maíz, quinua entre otros (Fotografía 23).



El 03 de diciembre del 2013, Roma - La FAO y el movimiento *Slow Food* han presentado el libro “La quinua en la cocina” con el fin de seguir promoviendo el potencial de este súper alimento andino. EL director general de la FAO, Jose Graziano da Silva, ha mostrado



que la quinua es parte del esfuerzo para recuperar alimentos perdidos y promover los cultivos tradicionales y olvidados (Fotografía 24).



Da Silva (2015) dijo que los alimentos no son sólo una mercancía. Estos alimentos, también son cultura, son sabor, son muchas cosas estrechamente relacionadas con nuestra historia. El Presidente de *Slow Food*, Carlo Petrini, ha afirmado que este tipo de alimentos contribuyen a la visión de estas dos organizaciones: “de un mundo sostenible y libre de hambre en el que se salvaguarde la biodiversidad para las generaciones futuras”.

Fotografía 23. Mujeres indígenas cosechando trigo en la provincia de Imbabura, Ecuador. Fotos: Karen Dávila



Actualmente, la FAO está supervisando un programa en Argentina, Bolivia, Chile, Ecuador y Perú para la intensificación sostenible de la agricultura y los sistemas de producción de los alimentos en la región andina.

Fotografía 24. Consecha de Quinoa en la Región Andina de Ecuador (McNally, 2013)

V.2.4 Amenazas

1. En relación con otros sistemas de producción, los cerdos autóctonos como el cerdo Ibérico o el Schwäbisch (de Alemania), podrían competir e influir negativamente en el desarrollo y la sostenibilidad de estos sistemas de producción extensiva de las razas de cerdo autóctonas más minoritarias.
2. La falta de relevo generacional en las explotaciones pequeñas, que puede originar falta de suministros para potenciar el desarrollo de estos sistemas de producción extensiva, así como otros factores:

La baja eficiencia, a veces, de las familias campesinas (“*pagesos*”, productores locales-granjeros); intensificación del sistema de manejo (que conduce a la reducción de la temporada de pastoreo y menos animales en extensivo); la degradación de los recursos de pastoreo (abandono de áreas pastizales remotas/marginales); y concentración del pastoreo en áreas de fácil trabajo, así como el proceso general de invasión de la vegetación hacia tierras de cultivo y el “cierre de paisajes naturales” (Riedel et al., 2013).



V.3 Segundo estudio-Efecto del escaramujo como antioxidante natural

Los resultados obtenidos en el estudio en Barcelona, en relación a que las hamburguesas con innovaciones fueron las que tuvieron menos aceptabilidad por parte de los consumidores, nos hicieron plantear un nuevo estudio con el objetivo de utilizar un ingrediente natural (escaramujo, *gratacul*, *gavarrera* o *roser silvestre*), mediterráneo, en la elaboración y enriquecimiento de las hamburguesas de PNM: Estudio 2: *Effects of rose hip (Rosa canina L) extract as a natural ingredient on the nutritional composition, oxidative stability and sensory attributes of raw and cooked pork patties from Majorcan Black pig under retail conditions.*

Este objetivo está basado en estudios que han enfatizado en la elaboración de nuevos productos más saludables, de km 0 (ligados al territorio) y que pueden contribuir en **conservar el “heritage patrimony”** de una región o lugar (Fotografía 25) (Grunert, 2006; Muchnik et al., 2011; Pensado-Leglise & Sanz Cañada, 2018).



Fotografía 25. Ejemplo de nuevos productos como el Te de *Rosa canina* L

Esta filosofía, se enlaza con dar soporte a la demanda actual de los ODS, en salvaguardar las razas que están en peligro de extinción y aumentar la biodiversidad (Messerli et al., 2019).

El fruto del Rosal silvestre o escaramujo fue usado con un cambio de visión, valor añadido y apoyo a los alimentos del territorio local, en la elaboración de las hamburguesas del cerdo Negro



Mallorquí, para dar respuesta también con un nicho de mercado, en relación con la demanda actual de algunos consumidores. Existe un segmento importante de estos, que prefieren una dieta más saludable y comprar alimentos locales y amigables con el medio ambiente (Muchnik et al., 2011). De esta manera, el uso del escaramujo, puede ser una buena estrategia para cumplir con la demanda y apoyar a los objetivos de desarrollo sostenible (Monfort-Bedoya & Villagra-García, 2018).

V.3.1 Fortalezas

Las principales fortalezas de este estudio son:

1. Productos cárnicos mejores, desde el punto de vista nutricional.
2. Promoción de alimentos procedentes de razas autóctonas, del territorio, potenciando el “heritage patrimony”, “slow food”, y la gastronomía local.
3. Amigables con el medio ambiente, sostenibles.
4. Producción local que ayuda a la sociedad (empresas con objetivos sociales, sostenibles).
5. Uso de ingredientes naturales del mediterráneo.
6. El escaramujo como fuente de antioxidantes, puede reducir o enmascarar *Odd- Flavours* característicos de la oxidación lipídica de la carne.
7. El escaramujo puede ser un precursor de vitaminas como las vitaminas E y C, antioxidantes como el β -caroteno y coenzima-Q.

V.3.2 Debilidades

En relación con las concentraciones de los antioxidantes no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos enriquecidos con escaramujo, para α -tocoferol, β -caroteno y coenzima Q. Estos resultados pueden estar influenciados por diferentes factores, como el



origen de escaramujo, el procesado de la muestra, la temperatura y el oxígeno, ya que estos antioxidantes son termolábiles y fotosensibles (Ercisli, 2007; Fan et al., 2014).

Con respecto a la elaboración de las hamburguesas, las cantidades (1.5 y 3% p/p) del extracto de escaramujo que se usaron para su formulación no fueron suficientes para enriquecerlas con concentraciones significativas de vitaminas y antioxidantes.

En el tema de la oxidación lipídica, el primer método que se realizó para evaluar el alcance de la oxidación en los distintos grupos de hamburguesas de PNM fue mediante el análisis de TBARS; sin embargo, los resultados no fueron claros, por lo que era evidente que existía un efecto matriz. Ante estas pruebas previas, se optó por realizar un cambio a una técnica más precisa y clara. Se usó la técnica *Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS)* para la identificación de los compuestos volátiles derivados de la oxidación lipídica.

V.3.3 Oportunidades

Dar salida a estos productos del escaramujo, producidos por pequeñas empresas, del territorio y como consecuencia, promocionar el uso de compuestos vegetales para ser utilizados en productos cárnicos, lácteos o vegetales. Actualmente, hay iniciativas en la Cerdanya-Pirineos: Empresa Gratacool y Fundación Incorpora'm (Fotografía 26). Incorporar organizaciones que puedan hacer participar a personas con habilidades especiales y así contribuir/potenciar, un mejor bienestar de la Sociedad y soporte social (como ejemplo a seguir la Cooperativa "La Fageda", de Olot-Girona).



Fotografía 26: Empresa Gratacool 2021

La fotografía 26 fue tomada afuera de la empresa Gratacool, en la Cerdanya Pirineos. En la foto están presentes los 3 socios de la empresa y el representante de la fundación Incorpora`m, junto con las investigadoras Marta Gil, M. Àngels Oliver y Andrea Rivera.

El apoyo de las administraciones y el acceso a Programas de Innovación para pequeñas empresas, de producción sostenible, serian otras oportunidades a potenciar.

V.3.4 Amenazas

La cosecha del escaramujo es una producción muy local, lo cual puede comportar riesgos, como el efecto estacional, la falta de herramientas y estandarización del procesado.

También el tema de la disposición de personal que conozca el trabajo suficientemente, y como conseguir suficiente mano de obra, en trabajos estacionales, sino se consigue una regularidad comercial, puede ser una amenaza.

V.4 Tercer estudio –Opinión del Sector: *Focus Group*

En relación con *Focus Group* usando el WC y el AHP, son técnicas de investigación cualitativas mediante las cuales los *stakeholders* de cada sistema local de la raza de cerdo autóctono aportaron la opinión sobre los puntos DAFO y las estrategias de Marketing de la cadena de producción. Con estas dos metodologías, se pudo obtener la información suficiente para identificar los puntos críticos y establecer las estrategias potenciales para el desarrollo de cada una de las cadenas de producción de estas razas autóctonas, a través de la opinión del sector



con la interacción de los representantes reales de toda la cadena o sector. Al mismo tiempo, se describen las estrategias de marketing-4P (Precio, Place, Promoción y Producto) de cada sistema local de producción de cerdo autóctonos, que son claves para el desarrollo de la sostenibilidad de estas cadenas de producción y para la economía de los granjeros (Tabla 9).

En la tabla 9 se resumen las estrategias principales de Marketing relacionadas con las 4P, para ayudar a la autosostenibilidad de cada raza de cerdos autóctonos, en peligro de extinción.



Tabla 9. Estrategias de Marketing (Producto, place, promoción y precio) de cada cadena de producción de los cerdos autóctonos de Europa en peligro de extinción.

Raza	Producto	Place	Promoción	Precio
PNM	Diversificar los productos (37%)	Incrementar la presencia de productos de MBP (43%)	Incrementar la presencia de productos de MBP en el sector y ferias gastronómicas(42%)	Alto precio basado en la categoría Premium de los productos (40%)
	Mejorar la calidad sensorial,(36%) , resaltar su valor nutricional	Potenciar la disponibilidad de la sobrassada en tiendas locales (34%)	Promocionar los productos cárnicos en la prensa, televisión e internet,(31%)	Potenciar el precio Premium de los productos, a lo largo de toda la cadena de producción (31%)
	Fortalecer la marca IGP, (27%)	Llegar acuerdos con distribuidores para fortalecer la marca MBP (21%)	Promocionar los productos en las escuelas (27%)	Promover el desarrollo del sector primario (29%)
CS	Mejorar la estandarización del proceso de manufacturación entre los productores, (38%)	Restaurantes de alta calidad (37%)	Promocionar en las redes sociales (38%)	Conocimiento limitado del consumidor en relación a la raza (22%)
	Mejorar la salubridad de los productos procesados (36%)	Productos de alta calidad (36%)	Colaboración con chefs de renombre (35%)	Incrementar el precio (50%)
	Potenciar el desarrollo rural (26%)	Tiendas locales, como canales de venta (27%)	Colaborar con escuelas de cocina (27%)	Diferentes clases de precios asociando a la alimentación (28%)
NB	Obtener la trazabilidad o la tarjeta de identificación para jamones y lomos (45%)	Ampliar la cobertura de tiendas locales en el área DOP (41%)	Soporte a la degustación de los productos cárnicos (45%)	Modificar la red de pago de las canales, en la cooperativa agrícola NB, (49%)
	Implementar cámaras de secado al aire libre o cámaras de maduración (33%)	Extensión de las ventas afuera del área de producción (28%)	Formación en la historia de los productos: DOP, el animal, el paisaje y el valor de la cadena de NB (38%)	Incrementar de los precios de los productos de alta calidad y con valor añadido (23%)
	Comercializar las lonchas de jamón cortado a cuchillo como innovación en la cadena (22%)	Trabajar con una red especializada de alta gama, fuera del ámbito geográfico (31%)	Formación en la historia de los productos: para profesionales (18%)	Incrementar el precio de venta de la carne en la cooperativa agrícola NB (28%)
KRS	Productos curados (50%)	Ventas directas (43%)	Etiqueta prestigiosa (49%)	Potenciar el precio Premium (43%)
	Carne fresca (26%)	Restaurantes de alta cocina (34%)	Visitas guiadas, degustación (26%)	Diferenciación de precios según los factores de cría (33%)
	Productos culinarios innovadores (25%)	Protocolo estatal (23%)	Promoción a través de instituciones de educación (25%)	Canales de venta (24%)
TP	Estandarización de la producción (41%)	Venta de productos TP en tiendas Premium (41%)	Promoción de productos TP como saludables, ecológicos, autóctonos, tradicionales y de alta calidad (47%)	Ubicar todos los productos de TP en el mismo segmento de precios Premium (40%)
	Uso de etiquetas de calidad con prioridad (DOP) (38%)	Restaurantes (30%)	Storytelling del heritage del Turopolje (31%)	Estandarizar la estrategia de precios a lo largo de toda la cadena de producción (35%)
	Embalaje exclusivo (21%).	Ventas directas (29%)	Marketing directo (ferias, eventos locales) (22%)	Establecer precios para productos Premium (25%)



V.4.1 Fortalezas

La principal **fortaleza** de este estudio es que se utilizó una metodología común y muy bien diseñada, para que los cinco estudios fueran comparables y se pudieran identificar las estrategias comunes y las propias de cada sistema local de producción.

V.4.2 Debilidades

En cuanto a las **debilidades**, una limitación del estudio fue la dificultad para conseguir reunir las condiciones específicas para llevar a cabo la metodología WC. En el caso del estudio en la región norte de Europa, en concreto, en Lituania, el equipo de investigadores no pudo seguir las indicaciones establecidas de metodología, reuniones con los principales *stakeholders* y sus datos no fueron válidos para entrar en el análisis estadístico comparativo, por lo cual se descartó este sistema local y raza de cerdo para la publicación científica. Esto mismo ocurrió con la metodología del Estudio 1 y por eso, no pudieron incorporarse los datos del estudio de consumidores en Vilnius, para la publicación del estudio en Meat Science.

V.5 Estudio de los consumidores en Barcelona, en el caso del PNM

La reducción generacional y el medio rendimiento financiero de las granjas del PNM, exigen el desarrollo de nuevos productos que puedan impulsar la demanda y su valor añadido hacia nuevos nichos de mercado que puedan mejorar los ingresos a los productores (Jenkins, 2000).

El estudio se decidió que fuera en Barcelona, en lugar de hacerlo en Palma de Mallorca, buscando un nuevo nicho de mercado. Barcelona, podría ser el nicho de mercado para la expansión ya que representa una ciudad cultural catalana y es cosmopolita al mismo tiempo y el nexo de unión entre dos ciudades/regiones o áreas geográficas muy vinculadas



históricamente: Mallorca y Barcelona; Mallorca es el lugar donde se crían los cerdos autóctonos (PNM) de una forma extensiva y que produce productos cárnicos tradicionales e innovadores de alta calidad, que representan a la cultura, la tradición, el “heritage” de Mallorca y principalmente representa una cría y producción de cerdos sostenible, que paralelamente es una de las formas que ayudan a fortalecer la economía de los granjeros de la isla. Además, Jenkins (2000) mostró que la búsqueda renovada de los consumidores de productos y servicios asociados con la tradición, el patrimonio y la cultura, representa una oportunidad para que estos sistemas agrícolas retengan localmente el valor generado e involucren a estas áreas, en dinámicas de desarrollo endógeno que hagan económicamente viables estos sistemas agrícolas. Barcelona representa un nuevo nicho de mercado, una ciudad cosmopolita, una oportunidad para ampliar el mercado de productos de PNM, dentro de un área geográfica con muchos vínculos culturales comunes.

V.6 Aspectos relacionados con la producción local y los ODS (OMS)

La producción local está ligada con el concepto de Sistemas agroalimentarios localizados (*Sial*, en francés, *LAS*, en inglés) (Muchnik et al., 2011). La referencia al territorio y a las culturas alimentarias locales constituye una clave de este enfoque basado en el estudio de las relaciones humano-producto-territorio, en relación con: i) especificidad de los humanos y de sus instituciones, ii) especificidad de productos y de procesos, y iii) especificidad de consumidores y sus culturas alimentarias.

La investigación de esta tesis contribuye con un enfoque agroalimentario de base territorial para comprender la organización y el funcionamiento de un conjunto de actividades productivas, sociales y culturales.



La producción de productos tradicionales como la Sobrassada de Mallorca con sellos IGP y productos nuevos con innovación como las hamburguesas, dentro del sistema del PNM, potenciando su calidad y demás productos del territorio, transmitiendo sus tradiciones, su historia, sus costumbres, su cultura, ofrece y cumple la demanda actual de los consumidores más exigentes, más conscientes con la producción sostenible de alimentos.

Los ODS se interrelacionan entre sí e incorporan los desafíos globales a los que nos enfrentamos día a día, como la pobreza, el clima y la degradación ambiental (Martínez, 2009). Por eso, es importante que potenciemos el cumplimiento de los ODS para el 2030. En mi investigación, se relacionó los tres estudios con los ODS, en particular con los ODS 1, ODS 2, ODS 3 y ODS 12:

Los ODS 1- Fin de la pobreza, para lograr este ODS de terminar con la pobreza, el crecimiento económico debe ser inclusivo, con el fin de crear empleos sostenibles y de promover la igualdad.

Los ODS 2- Hambre cero, el sector alimentario y agrícola ofrecen soluciones claves para el desarrollo y son vitales para la eliminación del hambre y la pobreza.

Los ODS 3- Salud y bienestar, para lograr este objetivo, es fundamental garantizar una vida saludable y promover el bienestar universal.

Los ODS 12-Producción y consumo responsables, el objetivo del consumo y la producción sostenible es hacer más y mejores cosas con menos recursos.

V.7 La sostenibilidad en la actualidad

En resumen, la disrupción que ha supuesto la pandemia y la forma como ha evidenciado la vulnerabilidad del ser humano y sus sistemas, puede propiciar o contribuir también al despertar de muchos sectores, en términos de sostenibilidad. El sector debe responder a un nuevo modelo de empresa y gobernanza, en relación al desafío de la pandemia con responsabilidad, agilidad,



innovación y resiliencia. Estos atributos son, hoy en día, más que esenciales para operar en un entorno en el que se sobreponen varias crisis: la sanitaria, la económica, la social, la medioambiental y la de confianza. La pandemia ha dejado en claro que los consumidores quieren productos más ecológicos, sostenibles y saludables y que también apoyen a las comunidades locales y tengan o envíen un buen mensaje social.

Capítulo VI
**Conclusiones
generales**





A partir de los resultados obtenidos en los estudios anteriores, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

i) Estudios de preferencias de los Consumidores en varias regiones europeas

1. En el estudio de consumidores, para evaluar la aceptación de productos tradicionales e innovadores de cerdo, se destacó la necesidad de enfatizar la raza y el sistema de producción de los cerdos autóctonos, es decir, incluyendo información en la etiqueta o en folletos específicos, pero podemos también concluir que la calidad sensorial tuvo un papel significativo en las preferencias de los consumidores.
2. En los casos en que los consumidores estaban familiarizados con el producto tradicional y sus sistemas de producción (CS, NB y TRP), los resultados mostraron altas expectativas para los productos Tradicionales (T) y Tradicionales con innovaciones (IT).
3. La combinación de la información junto con la prueba sensorial de los productos tendió a reducir las diferencias con respecto a las expectativas y direccionó un aumento en la aceptabilidad de los productos tradicionales, principalmente en la hamburguesa de PNM en el estudio en Barcelona, que puede ser un mercado nuevo para estos productos.
4. El estudio sobre el jamón curado de la raza Gascón (NB) mostró que la inclusión de información influyó en la aceptación de este producto y el convencional, en comparación con las pruebas a ciegas (*blind test*): la información proporcionada a los consumidores resultó en una mayor aceptabilidad de los productos obtenidos de las razas de cerdos autóctonas, mientras que en el caso de los productos convencionales, la información proporcionada influyó negativamente en las percepciones y expectativas de los consumidores. Por otro lado, las expectativas de los consumidores, en cuanto a los productos Premium y tradicionales, aumentaron significativamente,



principalmente cuando los consumidores conocían o tenían la información de estos productos.

ii) Calidad nutricional y sensorial de las hamburguesas de PNM enriquecidas con el fruto de la *Rosa canina* L.

1. La adición del escaramujo (1.5 y 3% p/p) en la formulación de las hamburguesas de PNM las enriqueció con pequeñas concentraciones de vitamina C y tocoferol.
2. El uso del extracto del escaramujo podría ser considerado como una fuente potencial para enriquecer hamburguesas de cerdo con antioxidantes naturales, porque provocó un retardo en el cambio de color, redujo los olores y sabores raros, y además no afectó negativamente en la textura de las hamburguesas de PNM.
3. El extracto del escaramujo podría ser una alternativa al uso de ácido ascórbico para la industria de alimentos frescos o precocinados, que se están enfocando en reformulaciones de etiqueta limpia o productos eco, aunque son necesarios más estudios que focalicen en estudiar diferentes concentraciones de escaramujo sin que afecten a su calidad sensorial.
4. El enriquecimiento de productos cárnicos con antioxidantes naturales es también una manera de mejorar las propiedades nutricionales de las hamburguesas y un sistema para explotar recursos naturales poco conocidos del territorio local y además ayudar a su sostenibilidad. Este principio está de acuerdo con las recomendaciones de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la OMS.

iii) Estrategias de marketing para la autosostenibilidad de las razas autóctonas de cerdo en varias regiones europeas

1. El abordaje participativo de métodos mixtos *bottom-up* utilizado en este estudio, que involucró a las partes interesadas clave en cada cadena de valor de las razas de cerdo sin explotar, fue novedoso y nos permitió construir las estrategias identificadas. Esta



metodología aumentó la probabilidad de implementar con éxito dichas estrategias, ya que no fueron vistas como imposiciones de agentes externos.

2. Los principales parámetros de este estudio de razas autóctonas de cerdo sin explotar se basaron en la crianza tradicional no intensiva, la alta calidad sensorial de sus productos y el patrimonio cultural. Los sistemas extensivos de producción que caracterizan a estas razas autóctonas están totalmente alineados con la sostenibilidad, ya que son un elemento esencial en la conservación y en la mejora de los sistemas agrícolas locales de alto valor natural.
3. Las partes interesadas identificaron que poseer las denominaciones de origen de IGP y DOP son de suma importancia para potenciar la calidad sensorial de los productos, mejorar la estandarización y la trazabilidad del procesado, y de esta manera garantizar productos homogéneos y potenciar su alto precio, basado en la categoría Premium y la venta directa.
4. Los productos cárnicos ibéricos podrían ser una fuerte competencia principalmente para las razas PNM y NB, y cómo consecuencia conseguir una identificación y trazabilidad efectivas del producto, es muy importante. Las partes interesadas de estas razas autóctonas deben poner mayor énfasis en destacar el pastoreo como estrategia de alimentación (extensiva o semi-extensiva), los productos cárnicos derivados del cerdo y su origen.



Capítulo VII

Bibliografía



**Bibliografía**

- 87024-2, U. (1996). *Análisis sensorial. Guía general para la selección, entrenamiento y control de jueces. Parte 2: Expertos*. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0007691>
- Amandi, R., Hyde, J. R., Ross, S. K., Lotz, T. J., & Poliakoff, M. (2005). Continuous reactions in supercritical fluids; a cleaner, more selective synthesis of thymol in supercritical CO₂. *Green Chemistry*, 7(5), 288. <https://doi.org/10.1039/b418983c>
- ANAS. (2013). *Cinta-Senese Standard di razza*. <https://bit.ly/2O4Yk5o>
- Andrés, A., Barat, J., Grau, R., & Fito, P. (2008). Principles of Drying and Smoking. In *Handbook of Fermented Meat and Poultry* (pp. 37–48). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470376430.ch5>
- Angelo, A., Vercellotti, J., Legendre, M., Vinnelt, C., Kuan, J., James, C., & Dupuy, H. (1987). Chemical and Instrumental Analyses of Warmed-Over Flavor in Beef. *Journal of Food Science*, 52(5), 1163–1168. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1987.tb14034.x>
- Anzanlúa, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica* (Acribia).
- Aragón, M. de, Oliach, D., Fortuny, R. H. M., Girbal, J., & Bonet, J. A. (2012). *Manual para la gestión del recurso micológico forestal en Cataluña* (CTFC).
- Armenteros, M., Morcuende, D., Ventanas, S., & Estévez, M. (2013). Application of natural antioxidants from strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) and dog rose (*Rosa canina* L.) to Frankfurters subjected to refrigerated storage. *Journal of Integrative Agriculture*, 12(11), 1972–1981. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(13\)60635-8](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(13)60635-8)
- Aslan, M., Hosbas, S., Deliorman, O., & Orhan, N. (2009). Antidiabetic Effect and Antioxidant Potential of *Rosa canina* Fruits. *Pharmacognosy Magazine*, 5(20), 309. <https://doi.org/10.4103/0973-1296.58151>
- Associació de Ramaders de Porc Negre Mallorquí Selecte. (2018). *Distribución de las explotaciones de producción de PNM por municipios*. <http://semilla.caib.es/>
- ASTM Committee E-18 on Sensory Evaluation of Materials and Products. (1968). *Manual on Sensory Testing Methods*. *American Society Form Testing and Materials*.
- Babova, O., Occhipinti, A., Capuzzo, A., & Maffei, M. E. (2016). Extraction of bilberry (*Vaccinium myrtillus*) antioxidants using supercritical/subcritical CO₂ and ethanol as co-solvent. *The Journal of Supercritical Fluids*, 107, 358–363. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2015.09.029>
- Bañón, S., Díaz, P., Rodríguez, M., Garrido, M., & Price, A. (2007). Ascorbate, green tea and grape seed extracts increase the shelf life of low sulphite beef patties. *Meat Science*, 77(4), 626–633. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.05.015>
- Barba-Capote, C., & Velázquez- Rodríguez, F. (1998). Contribución al estudio racial del cerdo criollo cubano. *Revista Archivos de Zootecnia*, 47(51–59).
- Bastida, S., Sánchez-Muniz, F., Olivero, R., Pérez-Olleros, L., Ruiz-Roso, B., & Jiménez-Colmenero, F. (2009). Antioxidant activity of Carob fruit extracts in cooked pork meat systems during chilled and frozen storage. *Food Chemistry*, 116(3), 748–754. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.03.034>



- Batorek-Lukač, N., Tomažin, U., Škrlep, M., Kastelic, A., Poklucar, K., & Čandek-Potokar, M. (2019). Krškopoljski prašič (Krškopolje Pig). In Marjeta Čandek-Potokar & R. Nieto Linan (Eds.), *European Local Pig Breeds - Diversity and Performance. A study of project TREASURE* (pp. 1–14). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.83767>
- Bernués, A., Rodríguez-Ortega, T., Ripoll-Bosch, R., & Alfnes, F. (2014). Socio-Cultural and Economic Valuation of Ecosystem Services Provided by Mediterranean Mountain Agroecosystems. *PLoS ONE*, *9*(7), e102479. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102479>
- Bertelsen, G., & Juncher, D. (1996). Oxidative stability and sensory quality of sous vide cooked products. *Proceedings of Second European Symposium on Sous Vide*, 10–12.
- Bonneau, M., de Greef, K., Brinkman, D., Cinar, M., Dourmad, J., Edge, H., Fàbrega, E., González, J., Houwers, H., Hviid, M., Ilari-Antoine, E., Klauke, T., Phatsara, C., Rydhmer, L., Van der Oever, B., Zimmer, C., & Edwards, S. (2014). Evaluation of the sustainability of contrasted pig farming systems: the procedure, the evaluated systems and the evaluation tools. *Animal*, *8*(12), 2011–2015. <https://doi.org/10.1017/S1751731114002110>
- Borrișer-Pairó, F., Kallas, Z., Panella-Riera, N., Avena, M., Ibáñez, M., Olivares, A., Gil, J. M., & Oliver, M. A. (2016). Towards entire male pigs in Europe: A perspective from the Spanish supply chain. *Research in Veterinary Science*, *107*, 20–29. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2016.05.004>
- Bozzi, R., & Croveti, A. (2013). Conservational issues in local breeds—state of the art. *8th International Symposium on the Mediterranean Pig*, *4*, 9–14. <https://flore.unifi.it/bitstream/2158/855503/1/4-2013-9-14.pdf>
- Britton, G., Liaaen-Jensen, S., & Pfander, H. (2004). *Carotenoids Handbook G*. <https://doi.org/10.1080/10715760410001727849>
- Brown, C. (2003). Consumers' preferences for locally produced food: A study In southeast Missouri on JSTOR. *American Journal of Alternative Agriculture*, *18*(4), 213–224. www.jstor.org/stable/44503273
- Brownmiller, C., Howard, L. R., & Prior, R. L. (2008). Processing and Storage Effects on Monomeric Anthocyanins, Percent Polymeric Color, and Antioxidant Capacity of Processed Blueberry Products. *Journal of Food Science*, *73*(5), H72–H79. <https://doi.org/10.1111/J.1750-3841.2008.00761.X>
- Buckley, D., Morrissey, P., & Gray, J. (1995). Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. *Journal of Animal Science*, *73*(10), 3122. <https://doi.org/10.2527/1995.73103122x>
- Čandek-Potokar, M., Fontanesi, L., Lebret, B., Gil, J., Ovilo, C., Nieto, R., Fernandez, A., Pugliese, C., Oliver, M., & Bozzi, R. (2019). European Local Pig Breeds - Diversity and Performance. In *A study of project TREASURE*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.84246>
- Čandek-Potokar, M., Giusto, A., Conti, C., Cosola, C., & Fontanesi, L. (2018). Improving sustainability of local pig breeds using quality labels - case review and trademark development in project TREASURE. *Archivos de Zootecnia, Supp1*, 235. <http://mendeley.csuc.cat/fitxers/264e9e638438a2559e7e4c11898b854d>
- Carrillo, E., Varela, P., & Fiszman, S. (2012). Effects of food package information and sensory characteristics on the perception of healthiness and the acceptability of



- enriched biscuits. *Food Research International*, 48(1), 209–216.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.03.016>
- Castro, G., Fernández, G., Delgado, J., & Rodríguez, D. (2004). Contribución al estudio racial del Cerdo Mamellado Uruguayo. *III Simposio Iberoamericano Sobre La Conservación de Los Recursos Zoogenéticos Locales y El Desarrollo Rural Sostenible*, 155–156.
- Castro, S., Albuquerque, M., & Germano, J. (2000). Conservation of local pigs in Brazil. *Memorias Del V Global Conference in Conservation of Domestic Animal Genetic Resources*.
- Cerjak, M., Karolyi, D., & Kovačić, D. (2011). Effect of information about pig breed on consumers' acceptability of dry sausage. *Journal of Sensory Studies*, 26(2), 128–134. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2011.00329.x>
- Cerjak, M., Petrčić, M., & Karolyi, D. (2017). Effect of Information about Animal Feeding on Consumer Acceptability of Sausages from Turopolje Pig Breed. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 82(2), 151–154. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1136184>
- Choi, Y., Choi, J., Han, D., Kim, H., Kim, H., Lee, M., Chung, H., & Kim, C. (2012). Effects of *Laminaria japonica* on the physico-chemical and sensory characteristics of reduced-fat pork patties. *Meat Science*, 91(1), 1–7.
<https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2011.11.011>
- Chrubasik, C., Roufogalis, B., Müller-Ladner, U., & Chrubasik, S. (2008). A systematic review on the *Rosa canina* effect and efficacy profiles. *Phytotherapy Research*, 22(6), 725–733. <https://doi.org/10.1002/ptr.2400>
- Cofrades, S., Benedí, J., Garcimartin, A., Sánchez-Muniz, F. J., & Jimenez-Colmenero, F. (2017). A comprehensive approach to formulation of seaweed-enriched meat products: From technological development to assessment of healthy properties. *Food Research International*, 99, 1084–1094.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.06.029>
- Comisi, L. A. (2021). Authorising certain products and substances for use in organic production and establishing their lists. *Official Journal of the European Union*, 91, 13–48. http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2021/1165/oj
- Conner, D., Montri, A., Montri, D., & Hamm, M. (2009). Consumer demand for local produce at extended season farmers' markets: Guiding farmer marketing strategies. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 24(4), 251–259.
<https://doi.org/10.1017/S1742170509990044>
- Da Silva, J. (2015). *United Nations Sustainable Development Summit 2015. FAO Director-General Plenary Address*. FAO.
<https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/summit>
- Davis, P. (1970). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Edinburgh University Press. www.jstor.org/stable/10.3366/j.ctvxrc93
- Deliza, R., & Macfie, H. (1996). The generation of sensory expectation by external cues and its effect on sensory perception and hedonic ratings: A review. *Journal of Sensory Studies*, 11(2), 103–128. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.1996.tb00036.x>
- Demir, F., & Özcan, M. (2001). Chemical and technological properties of rose (*Rosa canina* L.) fruits grown wild in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 47(4), 333–336. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00129-1](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00129-1)
- Descalzo, A., Insani, E., Biolatto, A., Sancho, A., García, P., Pensel, N., & Josifovich, J.



- (2005). Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/oxidative balance of Argentine beef. *Meat Science*, 70(1), 35–44. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2004.11.018>
- Díaz Molins, P. (2009). *Calidad y deterioro de platos "sous vide" preparados a base de carne y pesacado y almacenados en refrigeración* [Universidad de Murcia]. <https://www.tesisenred.net/handle/10803/11065;jsessionid=B5E9CF24D9196BF39D22786812D5A16C#page=1>
- Dilme, J. (2017). *Productes carnis innovadors a partir de Porc Negre Mallorquí: avaluació de la resposta per part del consumidor* [Universitat Politècnica de Catalunya]. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/107277>
- Dogan, A., & Kazankaya, A. (2005). Fruit Properties of Rose Hip Species Grown in Lake Van Basin (Eastern Anatolia Region). *Asian Journal of Plant Sciences*, 5(1), 120–122. <https://doi.org/10.3923/ajps.2006.120.122>
- Dourmad, J., & Casabianca, F. (2013). Effect of husbandry systems on the environmental impact of pig production. *8th International Symposium on the Mediterranean Pig*, 197–204. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01210509>
- Ercisli, S. (2007). Chemical composition of fruits in some rose (*Rosa* spp.) species. *Food Chemistry*, 104(4), 1379–1384. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.01.053>
- Essa, M., Al-Adawi, S., Memon, M., Manivasagam, T., Akbar, M., & Subash, S. (2014). Neuroprotective effects of berry fruits on neurodegenerative diseases. *Neural Regeneration Research*, 9(16), 1557. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.139483>
- Estévez, M., Ventanas, S., Heinonen, M., & Puolanne, E. (2011). Protein Carbonylation and Water-Holding Capacity of Pork Subjected to Frozen Storage: Effect of Muscle Type, Premincing, and Packaging. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(10), 5435–5443. <https://doi.org/10.1021/jf104995j>
- Estévez, M., Ventanas, S., Ramírez, R., & Cava, R. (2005). Influence of the Addition of Rosemary Essential Oil on the Volatiles Pattern of Porcine Frankfurters. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(21), 8317–8324. <https://doi.org/10.1021/jf051025q>
- European Commission. (2007). Reglamento (CE) n° 834/2007 sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento (CEE) n° 2092/91. *Diario Oficial de La Unión Europea*, 834(7), 1–23. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007R0834&from=ES>
- Fan, C., Pacier, C., & Martirosyan, D. (2014). Rose hip (*Rosa canina* L): A functional food perspective. *Functional Foods in Health and Disease*, 4(12), 493–509. <https://doi.org/10.31989/ffhd.v4i12.159>
- FAO. (2021). *Producción animal*. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura. <http://www.fao.org/animal-production/es/>
- Filippi, M., Wallet, F., Urbaine, E. P.-R. d'Economie R., & 2018, U. (2018). L'école de la proximité: naissance et évolution d'une communauté de connaissance. *Revue DEconomie Regionale Urbaine*, 5, 939–966. <https://www.cairn.info/revue-d-economie-regionale-et-urbaine-2018-5-page-939.htm>
- Font-i-Furnols, M., & Guerrero, L. (2014). Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. *Meat Science*, 98(3), 361–371. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2014.06.025>
- Fromm, M., Bayha, S., Kammerer, D. R., & Carle, R. (2012). Identification and Quantitation of Carotenoids and Tocopherols in Seed Oils Recovered from



- Different Rosaceae Species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(43), 10733–10742. <https://doi.org/10.1021/jf3028446>
- Ganhão, R., Estévez, M., Armenteros, M., & Morcuende, D. (2013). Mediterranean berries as inhibitors of lipid oxidation in porcine burger patties subjected to cooking and chilled storage. *Journal of Integrative Agriculture*, 12(11), 1982–1992. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(13\)60636-X](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(13)60636-X)
- Ganhão, R., Morcuende, D., & Estévez, M. (2010). Protein oxidation in emulsified cooked burger patties with added fruit extracts: Influence on colour and texture deterioration during chill storage. *Meat Science*, 85(3), 402–409. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.02.008>
- Garbowska, B., Radzyńska, M., & Jakubowska, D. (2013). Influence of the origin on selected determinants of the quality of pork meat products. *Czech Journal of Food Sciences*, 31(6), 547–552. <https://doi.org/10.17221/479/2012-cjfs>
- Gardner, H. W. (1979). Lipid hydroperoxide reactivity with proteins and amino acids: a review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 27(2), 220–229. <https://doi.org/10.1021/jf60222a034>
- Godfray, H., Beddington, J., Crute, I., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S., & Toulmin, C. (2010). Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science*, 327(5967), 812–818. <https://doi.org/10.1126/science.1185383>
- Gómez, I., Beriain, M. J., Sarriés, M. V., Insausti, K., & Mendizabal, J. A. (2014). Low-Fat Beef Patties with Augmented Omega-3 Fatty Acid and CLA Levels and Influence of Grape Seed Extract. *Journal of Food Science*, 79(11), S2368–S2376. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12682>
- Gonzalez, J., Gispert, M., Rodríguez, P., Gil, M., Jaume, J., Tibau, J., & Oliver, M. (2007). Carcass and meat quality of porc Negre Mallorquí (Majorcan black pig). *Proceedings of 6th International Symposium on the Mediterranean Pig*, 11–13.
- Gonzalez, J., Jaume, J., Gispert, M., Tibau, J., & Oliver, M. A. (2009). Effect of slaughter weight on carcass and meat quality and fatty acid composition of subcutaneous fat from Porc Negre Mallorquí (Majorcan black pig). *EAAP, Book of Abstracts of the 60th Annual Meeting of The*.
- Grajzer, M., Prescha, A., Korzonek, K., Wojakowska, A., Dziadas, M., Kulma, A., & Grajeta, H. (2015). Characteristics of rose hip (*Rosa canina* L.) cold-pressed oil and its oxidative stability studied by the differential scanning calorimetry method. *Food Chemistry*, 188, 459–466. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.05.034>
- Gray, J., & Pearson, A. (1994). Lipid-derived off-flavours in meat—formation and inhibition. In *Flavor of Meat and Meat Products* (pp. 116–143). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2177-8_7
- Grigioni, G., Margaría, C., Pensel, N., Sánchez, G., & Vaudagna, S. (2000). Warmed-over flavour analysis in low temperature–long time processed meat by an “electronic nose.” *Meat Science*, 56(3), 221–228. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00045-0](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00045-0)
- Grunert, K. G. (2006). Future trends and consumer lifestyles with regard to meat consumption. *Meat Science*, 74(1), 149–160. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.04.016>
- Guerrero, A., Sañudo, C., Campo, M., Olleta, J., Muela, E., Macedo, R., & Macedo, F. (2018). Consumer Acceptability of Dry Cured Meat from Cull Ewes Reared with



- Different Linseed Supplementation Levels and Feeding Durations. *Foods*, 7(6), 89. <https://doi.org/10.3390/foods7060089>
- Guerrero, L., Claret, A., Verbeke, W., Enderli, G., Zakowska-Biemans, S., Vanhonacker, F., Issanchou, S., Sajdakowska, M., Granli, B. S., Scalvedi, L., Contel, M., & Hersleth, M. (2010). Perception of traditional food products in six European regions using free word association. *Food Quality and Preference*, 21(2), 225–233. <https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2009.06.003>
- Guerrero, L., Claret, A., Verbeke, W., Vanhonacker, F., Enderli, G., Sulmont-Rossé, C., Hersleth, M., & Guàrdia, M. (2012). Cross-cultural conceptualization of the words Traditional and Innovation in a food context by means of sorting task and hedonic evaluation. *Food Quality and Preference*, 25(1), 69–78. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.01.008>
- Guerrero, L., Guàrdia, M., Xicola, J., Verbeke, W., Vanhonacker, F., Zakowska-Biemans, S., Sajdakowska, M., Sulmont-Rossé, C., Issanchou, S., Contel, M., Scalvedi, M., Granli, B., & Hersleth, M. (2009). Consumer-driven definition of traditional food products and innovation in traditional foods. A qualitative cross-cultural study. *Appetite*, 52(2), 345–354. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2008.11.008>
- Halagarda, M., Kędzior, W., Pyrzyńska, E., & Kudełka, W. (2018). Fatty acid compositions of selected Polish pork hams and sausages as influenced by their traditionality. *Sustainability (Switzerland)*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/su10113885>
- Hansen, T., Knøchel, S., Juncher, D., & Bertelsen, G. (2007). Storage characteristics of sous vide cooked roast beef. *International Journal of Food Science & Technology*, 30(3), 365–378. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1995.tb01384.x>
- Hatipoglu, B., & Inelmen, K. (2021). Effective management and governance of Slow Food's Earth Markets as a driver of sustainable consumption and production. *Journal of Sustainable Tourism*, 29(11–12), 1970–1988. <https://doi.org/10.1080/09669582.2020.1826498>
- Heim, K., Tagliaferro, A., & Bobilya, D. (2002). Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 13(10), 572–584. [https://doi.org/10.1016/S0955-2863\(02\)00208-5](https://doi.org/10.1016/S0955-2863(02)00208-5)
- Hemilä, H. (1992). Vitamin C and the common cold. *British Journal of Nutrition*, 67(1), 3–16. <https://doi.org/10.1079/BJN19920004>
- Herrera, R., Souza, R., Herrera, H., & Mauro, R. (1996). Hábitos alimentares do porcomonteiro (*Sus scrofa*) no Pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso do Sul. *Memórias Simpósio Sobre Recursos Naturais e Socioeconomicos Do Pantanal 7, Corumba. Manejo e Conservação*.
- Herrero, M., Thornton, P., Gerber, P., & Reid, R. (2009). Livestock, livelihoods and the environment: understanding the trade-offs. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1(2), 111–120. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2009.10.003>
- Hiemstra, S., De Haas, Y., Maki-Tanila, A., & Gandini, G. (2010). Towards better strategies for the management of local cattle breeds. In *Local cattle breeds in Europe: development of policies and strategies for self-sustaining breeds*. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.
- Hodges, J. (1997). World watch list for domestic animal diversity. (1995). *Livestock Production Science*, 49(1), 88. [https://doi.org/10.1016/s0301-6226\(97\)90046-4](https://doi.org/10.1016/s0301-6226(97)90046-4)
- Hodisan, T., Socaciu, C., Ropan, I., & Neamtu, G. (1997). Carotenoid composition of



- Rosa canina fruits determined by thin-layer chromatography and high-performance liquid chromatography. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 16(3), 521–528. [https://doi.org/10.1016/S0731-7085\(97\)00099-X](https://doi.org/10.1016/S0731-7085(97)00099-X)
- Horizon 2020 Programme. (2015). *Treasure-Diversity of local pig breeds and production systems for high quality traditional products and sustainable pork chains*. Treasure.Kis.Si. <https://treasure.kis.si/>
- Hornero-Méndez, D., & Mínguez-Mosquera, M. (2000). Carotenoid pigments in Rosa mosqueta hips, an alternative carotenoid source for foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(3), 825–828. <https://doi.org/10.1021/jf991136n>
- Howard, P. H. (2006). Central Coast consumers want more food-related information, from safety to ethics. *California Agriculture*, 60(1), 14–19. <https://doi.org/https://doi.org/10.3733/ca.v060n01p14>
- Hunt, M., Acton, J., Benedict, R., Calkins, C., Cornforth, D., Jeremiah, L., & SHIVAS, S. (1991). Guidelines for meat color evaluation. AMSA committee on Guidelines for meat color evaluation. National Livestock and Meat Board. *Journal of Animal Science*, 80, 2872–2878. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=guidelines+for+meat+color+evaluation+%2Bhunt+M.C&btnG=#d=gs_cit&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3A5MOqbecfrZkJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D1%26hl%3Des
- Hvattum, E. (2002). Determination of phenolic compounds in rose hip (Rosa canina) using liquid chromatography coupled to electrospray ionisation tandem mass spectrometry and diode-array detection. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 16(7), 655–662. <https://doi.org/10.1002/rcm.622>
- IFT. (1975). Sensory Evaluation Guide for Testing Food and Beverages products. *Food Technology*, 35, 50–59.
- Igene, J. O., & Pearson, A. M. (1979). Role of phospholipids and triglycerides in warmed-over flavor development in meat model systems. *Journal of Food Science*, 44(5), 1285–1290. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1979.tb06420.x>
- Ilbery, B., Maye, D., Kneafsey, M., Jenkins, T., & Walkley, C. (2004). Forecasting food supply chain developments in lagging rural regions: Evidence from the UK. *Journal of Rural Studies*, 20(3), 331–344. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2003.09.001>
- Illés, V., Szalai, O., Then, M., Daood, H., & Pernecki, S. (1997). Extraction of hiprose fruit by supercritical CO₂ and propane. *The Journal of Supercritical Fluids*, 10(3), 209–218. [https://doi.org/10.1016/S0896-8446\(97\)00018-1](https://doi.org/10.1016/S0896-8446(97)00018-1)
- Jabłonska-Ryś, E., Zalewska-korona, M., & Kalbarczyk, J. (2009). Antioxidant capacity, ascorbic acid and phenolics content in wild edible fruits. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 17(2), 115–120.
- Jaume, J. (2017). *Efecto de la restricción en la fase de acabado del cerdo negro mallorquín*. Universitat de les Illes Balears.
- Jaume, J., & Alfonso, L. (2000). The Majorcan Black pig. *Animal Genetic Resources Information*, 27, 53–58. <https://doi.org/10.1017/S1014233900001292>
- Jaume, J., Gispert, M., & Oliver, M. A. (2008). The Mallorca Black pig: Production system, conservation and breeding strategies. In A. Olaizola, J. Boutonnet, & A. Bernués (Eds.), *Mediterranean livestock production: uncertainties and opportunities* (Vol. 262, Issue 78, pp. 257–262). http://www.iamz.ciheam.org/gmed2006/A_78_PDFS/2_15_A-78.pdf



- Jenkins, T. N. (2000). Putting postmodernity into practice: endogenous development and the role of traditional cultures in the rural development of marginal regions. *Ecological Economics*, 34(3), 301–313. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(00\)00191-9](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(00)00191-9)
- Jensen, J. D., Christensen, T., Denver, S., Ditlevsen, K., Lassen, J., & Teuber, R. (2019). Heterogeneity in consumers' perceptions and demand for local (organic) food products. *Food Quality and Preference*, 73, 255–265. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.11.002>
- Kallas, Z., Martínez, B., Panella-Riera, N., & Gil, J. (2016). The effect of sensory experience on expected preferences toward a masking strategy for boar-tainted frankfurter sausages. *Food Quality and Preference*, 54, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.06.015>
- Kallas, Z., Varela, E., Čandek-Potokar, M., Pugliese, C., Cerjak, M., Tomažin, U., Karolyi, D., Aquilani, C., Vitale, M., & Gil, J. (2019). Can innovations in traditional pork products help thriving EU untapped pig breeds? A non-hypothetical discrete choice experiment with hedonic evaluation. *Meat Science*, 154, 75–85. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.04.011>
- Kanis, E., Groen, A., & De Greef, K. (2003). Societal Concerns about Pork and Pork Production and Their Relationships to the Production System. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 16(2), 137–162. <https://doi.org/10.1023/A:1022985913847>
- Karolyi, D., & Cerjak, M. (2015). The acceptance of health related innovations in traditional meat products by Croatian consumers. *Poljoprivreda*, 21(1 sup), 228–231. <https://doi.org/10.18047/poljo.21.1.sup.54>
- Karolyi, D., Luković, Z., Salajpal, K., Škorput, D., Vnučec, I., Mahnet, Ž., Klišanić, V., & Batorek-Lukač, N. (2019). Turopolje Pig (Turopoljska svinja). In M. Candek-Potokar & R. Nieto (Eds.), *European Local Pig Breeds - Diversity and Performance. A study of project TREASURE*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.83782>
- Khlijji, S. (2013). *Beef meat quality, consumers' acceptability and preferences of gascon breed. A trans-pyrenean study* [Universitat de Girona]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=158401>
- Kilicgun, H., & Altiner, D. (2010). Correlation between antioxidant effect mechanisms and polyphenol content of Rosa canina. *Pharmacognosy Magazine*, 6(23), 238–241. <https://doi.org/10.4103/0973-1296.66943>
- Krueger, R. (1988). *Focus Groups: A Practical guide for applied research*. Sage publications.
- Kšonžeková, P., Mariychuk, R., Eliašová, A., Mudroňová, D., Csank, T., Király, J., Marcinčáková, D., Pistl, J., & Tkáčiková, L. (2016). In vitro study of biological activities of anthocyanin-rich berry extracts on porcine intestinal epithelial cells. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(4), 1093–1100. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7181>
- Ladikos, D., & Lougovois, V. (1990). Lipid oxidation in muscle foods: A review. *Food Chemistry*, 35(4), 295–314. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(90\)90019-Z](https://doi.org/10.1016/0308-8146(90)90019-Z)
- Larmond, E. (1977). *Laboratory methods for sensory evaluation of foods*. Publication 1637/E.
- Lebret, B., Kallas, Z., Lenoir, H., Perruchot, M., Vitale, M., & Oliver, M. (2018). Consumers' study on traditional pork products from local breeds: expectations



- and hedonic evaluation. *Book of Abstracts of the 69th Annual Meeting of the European Association for Animal Production*, 492.
- Lemus, C., Alonso, M., Alonso- Spilbury, M., & Ramirez, N. (2003). Características morfológicas en cerdos nativos mexicanos. *Revistas Archivos de Zootecnia*, 52, 105–108.
- Lenglet, F. (2014). Influence of terroir products meaning on consumer's expectations and likings. *Food Quality and Preference*, 32, 264–270. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.09.003>
- Linares, V., Linares, L., & Mendoza, G. (2011). Ethnic -Zootechnic characterization and meat potential of *Sus scrofa* "creole Pig" in Latin America. *Scientia Agropecuaria*, 2, 97–110. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2011.02.05>
- Losso, J. (2003). Targeting excessive angiogenesis with functional foods and nutraceuticals. *Trends in Food Science & Technology*, 14(11), 455–468. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(03\)00156-0](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(03)00156-0)
- Love, J. (1988). Sensory analysis of warmed-over flavor in meat. *Food Technology*, 42(6), 140–143.
- Lund, M. N., Heinonen, M., Baron, C., & Estévez, M. (2011). Protein oxidation in muscle foods: A review. *Molecular Nutrition & Food Research*, 55(1), 83–95. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201000453>
- Machmudah, S., Kawahito, Y., Sasaki, M., & Goto, M. (2008). Process optimization and extraction rate analysis of carotenoids extraction from rosehip fruit using supercritical CO₂. *The Journal of Supercritical Fluids*, 44(3), 308–314. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2007.09.032>
- Manzi, P., Gambelli, L., Marconi, S., Vivanti, V., & Pizzoferrato, L. (1999). Nutrients in edible mushrooms: An inter-species comparative study. *Food Chemistry*. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00212-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00212-X)
- Manzi, P., & Pizzoferrato, L. (2000). Beta-glucans in edible mushrooms. *Food Chemistry*. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(99\)00197-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(99)00197-1)
- MAPA. (2020). *El sector de la carne de cerdo en cifras*. Análisis, Coordinación y Estadística (MAPA). <https://www.mapa.gob.es/es/buscador/>
- Martínez, R. (2009). Sistemas de producción agrícola sostenible. *Tecnología En Marcha*, 22(2), 23–39.
- Mason, L., Church, I., Ledward, D., & Parsons, A. (2007). The sensory quality of foods produced by conventional and enhanced cook-chill methods. *International Journal of Food Science & Technology*, 25(3), 247–259. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1990.tb01082.x>
- McNally, N. (2013). *FAO - Noticias: Slow Food y la FAO presentan "La Quinoa en la Cocina."* Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura. <https://www.fao.org/news/story/es/item/209222/icode/>
- Mendelsohn, R. (2003). The challenge of conserving indigenous domesticated animals. *Ecological Economics*, 45(3), 501–510. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(03\)00100-9](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(03)00100-9)
- Mercat, M.-J., Leuret, B., Lenoir, H., & Batorek-Lukač, N. (2019). Gascon Pig. In Marjeta Čandek-Potokar & R. Nieto (Eds.), *European Local Pig Breeds - Diversity and Performance. A study of project TREASURE* (p. 14p). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.83764>
- Messerli, P., Murniningtyas, E., Eloundou, P., Foll, E., Furman, E., Glassman, A.,



- Hernández, G., Kim, E., Lutz, W., Moatti, J., Richardson, K., Saldam, M., Smith, D., Kazimieras, S., & Van, J. (2019). El futuro es ahora: La ciencia al servicio del desarrollo sostenible. In *Informe Mundial sobre el Desarrollo Sostenible*. <https://elfuturoesahora.org/survey-results.html>
- Monfort-Bedoya, A., & Villagra-García, N. (2018). *Progreso, dificultades y propuestas de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible : Memoria académica curso 2018-2019*. Universidad Pontificia Comillas. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=740352>
- Moya, J., Jaume, J., Joy, S., & González, J. (2012). Effect of number of utilizations in a barley grass in Mediterranean conditions on biomass production and the admissible stocking rate of Majorcan Black Pig. *Options Méditerranéennes. Séries A. Mediterranean Seminars*, 101(101), 201–203. <http://om.ciheam.org/om/pdf/a101/00006681.pdf>
- Muchnik, J., Sanz Cañada, J., & Torres Salcido, G. (2008). Systèmes agroalimentaires localisés : état des recherches et perspectives. *Cahiers Agricultures*, 17(6), 513–519. <https://doi.org/10.1684/agr.2008.0251>
- Muchnik, J., Sanz Cañada, J., & Torres Salcido, G. (2011). Sistemas agroalimentarios localizados: estado de las investigaciones y perspectivas. *Estudios Latinoamericanos*, 27–28, 33. <https://doi.org/10.22201/cela.24484946e.2011.27-28.49375>
- Muntané, J. (2017). *Fruits Silvestres* (E. Salòria (ed.)). Saloria.
- Napolitano, F., Caporale, G., Carlucci, A., & Monteleone, E. (2007). Effect of information about animal welfare and product nutritional properties on acceptability of meat from Podolian cattle. *Food Quality and Preference*, 18(2), 305–312. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2006.02.002>
- Ninomiya, K., Matsuda, H., Kubo, M., Morikawa, T., Nishida, N., & Yoshikawa, M. (2007). Potent anti-obese principle from *Rosa canina*: Structural requirements and mode of action of trans-tiliroside. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 17(11), 3059–3064. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2007.03.051>
- Nissen, L. R., Byrne, D. V., Bertelsen, G., & Skibsted, L. H. (2004). The antioxidative activity of plant extracts in cooked pork patties as evaluated by descriptive sensory profiling and chemical analysis. *Meat Science*, 68(3), 485–495. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.05.004>
- Norton, J., Fryer, P., & Parkinson, J. (2013). The effect of reduced-fat labelling on chocolate expectations. *Food Quality and Preference*, 28(1), 101–105. <https://doi.org/10.1016/J.FOODQUAL.2012.08.004>
- Nowak, R., & Krzaczek, T. (1994). P20 Flavonoids from *rosa pomifera* herrm. var. *ciliato-petala* bess. (chrshan.). *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2(1–2), 123. [https://doi.org/10.1016/0928-0987\(94\)90193-7](https://doi.org/10.1016/0928-0987(94)90193-7)
- Oliver, M., Nute, G., Font i Furnols, M., San Julián, R., Campo, M., Sañudo, C., Cañeque, V., Guerrero, L., Alvarez, I., Díaz, M., Branscheid, W., Wicke, M., & Montossi, F. (2006). Eating quality of beef, from different production systems, assessed by German, Spanish and British consumers. *Meat Science*, 74(3), 435–442. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.03.010>
- Oliver, M., Vitale, M., Rivera-Toapanta, E., Gonzalez, J., Diaz, I., & Gil, M. (2017). Pork patties enriched with vegetal ingredients to enhance health benefits for consumers. *International Society of Antioxidants in Nutrition and Health (ISANH)-*



- Extended Abstract of Vienna Polyphenols 2017*, 33–36.
https://doi.org/dx.doi.org/10.18143/AISANH_v5i2
- Oliver, R. (1980). A Cognitive Model of the Antecedents and Consequences of Satisfaction Decisions. *Journal of Marketing Research*, 17(4), 460–469.
<https://doi.org/10.1177/002224378001700405>
- Olsson, M. E., Andersson, S., Werlemark, G., Ugglå, M., & Gustavsson, K. E. (2005). Carotenoids and phenolics in rose hips. *Acta Horticulturae*, 690, 249–252.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.690.38>
- Olsson, M., Gustavsson, K., Andersson, S., Nilsson, Å., & Duan, R. (2004). Inhibition of Cancer Cell Proliferation in Vitro by Fruit and Berry Extracts and Correlations with Antioxidant Levels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(24), 7264–7271. <https://doi.org/10.1021/jf030479p>
- ONU. (2015). *Materiales de comunicación – Desarrollo Sostenible*. ONU.
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/news/communications-material/>
- Ortiz, W., & Sánchez, D. (2001). Los cerdos locales en los sistemas tradicionales de producción. In *Food & Agriculture Org.* (Vol. 148).
- Oslinger, A., Muñoz, J. E., Álvarez, L., Ángela, L., Ariza, F., Moreno, F., & Posso, A. (2006). Caracterización de cerdos criollos colombianos mediante la técnica molecular RAMs. *Acta Agronómica*, 55(4), 45–52.
https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/479
- Özcan, M. (2002). Nutrient Composition of Rose (*Rosa canina* L.) Seed and Oils. *Journal of Medicinal Food*, 5(3), 137–140.
<https://doi.org/10.1089/10966200260398161>
- Ozdamar, T., Capanoglu, E., & Altay, F. (2013). A review on protein–phenolic interactions and associated changes. *Food Research International*, 51(2), 954–970.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.02.009>
- Patel, S. (2017). Rose hip as an underutilized functional food: Evidence-based review. *Trends in Food Science & Technology*, 63, 29–38.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.03.001>
- Pearce, T., & Gardner, J. (1998). Predicting organoleptic scores of sub-ppm flavour notes. Part 1. Theoretical and experimental details. *The Analyst*, 123(10), 2047–2055. <https://doi.org/10.1039/a804018d>
- Pensado-Leglise, M. del roble, & Sanz Cañada, J. (2018). Valorización de una Indicación Geográfica Protegida. El caso de la carne de la Sierra de Guadarrama, España. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 9(3), 451–465.
<https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i3.4329>
- Pereira, C. G., & Meireles, M. A. A. (2010). Supercritical Fluid Extraction of Bioactive Compounds: Fundamentals, Applications and Economic Perspectives. *Food and Bioprocess Technology*, 3(3), 340–372. <https://doi.org/10.1007/s11947-009-0263-2>
- Pérez, I. (1989). Comportamiento de la raza porcina San Pedreño pura y mestiza. *Memorias I Simposio Nacional Sobre Investigación En Porcicultura*, 29–30.
- Phillips, D. (1999). Polycyclic aromatic hydrocarbons in the diet. *Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 443(1–2), 139–147.
[https://doi.org/10.1016/S1383-5742\(99\)00016-2](https://doi.org/10.1016/S1383-5742(99)00016-2)
- Pinheiro, M., & Berasategui, F. (1976). *Los cerdos*. Editorial Buenos Aires: Hemisferio



- Sur.
- POCTEFA, I. (2018a). *Innovaciones aplicadas a la cadena productiva pirenaica de vacuno para valorizar una carne identificable por el consumidor- Proyecto DietaPYR2*. <http://dietapyr2.com/es/>
- POCTEFA, I. (2018b). *Per a la valorització dels recursos bovins i silvopastorals del massís transfronterer Pirineus-Mediterrani*. ALBERAPASTUR. <https://alberapastur.eu/ca/homepage-extended/>
- Prior, R. L., Cao, G., Martin, A., Sofic, E., McEwen, J., O'Brien, C., Lischner, N., Ehlenfeldt, M., Kalt, W., Krewer, G., & Mainland, C. M. (1998). Antioxidant Capacity As Influenced by Total Phenolic and Anthocyanin Content, Maturity, and Variety of Vaccinium Species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(7), 2686–2693. <https://doi.org/10.1021/jf980145d>
- Pugliese, C., Bozzi, R., Gallo, M., Geraci, C., Fontanesi, L., & Batorek-Lukač, N. (2019). Cinta Senese Pig. In Marjeta Čandek-Potokar & R. Nieto (Eds.), *European Local Pig Breeds - Diversity and Performance. A study of project TREASURE*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.83762>
- Pugliese, C., & Sirtori, F. (2012). Quality of meat and meat products produced from southern European pig breeds. *Meat Science*, 90(3), 511–518. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.09.019>
- Pugliese, C., Sirtori, F., Acciaioli, A., Bozzi, R., Campodoni, G., & Franci, O. (2013). Quality of fresh and seasoned fat of Cinta Senese pigs as affected by fattening with chestnut. *Meat Science*, 93(1), 92–97. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2012.08.006>
- Resconi, Virginia C., Bueno, M., Escudero, A., Magalhaes, D., Ferreira, V., & Campo, M. M. (2018). Ageing and retail display time in raw beef odour according to the degree of lipid oxidation. *Food Chemistry*, 242, 288–300. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.09.036>
- Resconi, Virginia Celia, Escudero, A., Beltrán, J. A., Olleta, J. L., Sañudo, C., & Mar Campo, M. del. (2012). Color, Lipid Oxidation, Sensory Quality, and Aroma Compounds of Beef Steaks Displayed under Different Levels of Oxygen in a Modified Atmosphere Package. *Journal of Food Science*, 77(1), S10–S18. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02506.x>
- Resurreccion, A. (1998). *Consumer sensory testing for product development*. Aspen Publishers.
- Riedel, J. L., Bernués, A., & Casasús, I. (2013). Livestock Grazing Impacts on Herbage and Shrub Dynamics in a Mediterranean Natural Park. *Rangeland Ecology & Management*, 66(2), 224–233. <https://doi.org/10.2111/REM-D-11-00196.1>
- Rivera-Toapanta, E., Kallas, Z., Čandek-Potokar, M., Gonzalez, J., Gil, M., Varela, E., Faure, J., Cerjak, M., Urška, T., Aquilani, C., Lebet, B., Karolyi, D., Pugliese, C., & Gil, J. M. (2021). Marketing strategies to self-sustainability of autochthonous swine breeds from different EU regions: a mixed approach using the World Café technique and the Analytical Hierarchy Process. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 1–11. <https://doi.org/10.1017/S1742170521000363>
- Rivera-Toapanta, E., & Panella-Riera, N. (2016). *Cuantificación de beta-glucanos en diferentes especies de hongos: Hongos Robellón (Lactarius deliciosus), Hongo Blanco (Boletus edulis), Champiñón (Agaricus bisporus) y Shitake (Lentinus edodes) y cuantificación de arabinosilanos en malta y bagazo de cerve*. Universidad de



Girona.

- Rivera, S., Christou, P., & Canela-Garayoa, R. (2014). Identification of carotenoids using mass spectrometry. *Mass Spectrometry Reviews*, 33(5), 353–372.
<https://doi.org/10.1002/mas.21390>
- Roguet, C., Neumeister, D., Magdelaine, P., & Dockes, A. (2017). *Les débats de société sur l' élevage au sein de l' Union européenne : thèmes , arguments et modes d' action des parties prenantes , conséquences sur les modes d' élevage. 1*, 307–312.
- Rojas, M., & Brewer, M. (2007). Effect of Natural Antioxidants on Oxidative Stability of Cooked, Refrigerated Beef and Pork. *Journal of Food Science*, 72(4), S282–S288.
<https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00335.x>
- Rojas, M., & Brewer, M. (2008). Effect of natural antioxidants on oxidative stability of frozen, vacuum-packaged beef and pork. *Journal of Food Quality*, 31(2), 173–188.
<https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2008.00196.x>
- Roman, I., Stănilă, A., & Stănilă, S. (2013). Bioactive compounds and antioxidant activity of *Rosa canina* L. biotypes from spontaneous flora of Transylvania. *Chemistry Central Journal*, 7(1), 73. <https://doi.org/10.1186/1752-153X-7-73>
- Romanzin, A., Corazzin, M., Piasentier, E., & Bovolenta, S. (2013). Effect of rearing system (mountain pasture vs. indoor) of Simmental cows on milk composition and Montasio cheese characteristics. *Journal of Dairy Research*, 80(4), 390–399.
<https://doi.org/10.1017/S0022029913000344>
- Rosu, C. M., Manzu, C., Olteanu, Z., Oprica, L., Oprea, A., Ciornea, E., & Zamfirache, M. M. (2011). Several Fruit Characteristics of *Rosa* sp. Genotypes from the Northeastern Region of Romania. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 39(2), 203. <https://doi.org/10.15835/nbha3926333>
- Ruiz, S. (2021). *Liderazgo sostenible: hacia un nuevo modelo de empresa y gobernanza | Harvard Deusto las revistas*. Business Review. <https://www.harvard-deusto.com/liderazgo-sostenible-hacia-un-nuevo-modelo-de-empresa-y-gobernanza>
- Sahoo, J., & Anjaneyulu, A. S. R. (1997). Quality improvement of ground buffalo meat by preblending with sodium ascorbate. *Meat Science*, 46(3), 237–247.
[https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(97\)00018-1](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(97)00018-1)
- Salminen, J., Karonen, M., Lempa, K., Liimatainen, J., Sinkkonen, J., Lukkarinen, M., & Pihlaja, K. (2005). Characterisation of proanthocyanidin aglycones and glycosides from rose hips by high-performance liquid chromatography–mass spectrometry, and their rapid quantification together with Vitamin C. *Journal of Chromatography A*, 1077(2), 170–180.
<https://doi.org/10.1016/j.chroma.2005.04.073>
- Sanz-Cañada, J., & Muchnik, J. (2016). Geographies of Origin and Proximity: Approaches to Local Agro-Food Systems. *Culture & History Digital Journal*, 5(1), e002. <https://doi.org/10.3989/chdj.2016.002>
- Schouteten, J. J., De Steur, H., De Pelsmaeker, S., Lagast, S., Juvinal, J. G., De Bourdeaudhuij, I., Verbeke, W., & Gellynck, X. (2016). Emotional and sensory profiling of insect-, plant- and meat-based burgers under blind, expected and informed conditions. *Food Quality and Preference*, 52, 27–31.
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.03.011>
- Seppanen, C., Song, Q., & Saari Csallany, A. (2010). The Antioxidant Functions of Tocopherol and Tocotrienol Homologues in Oils, Fats, and Food Systems. *Journal*



- of the American Oil Chemists' Society*, 87(5), 469–481.
<https://doi.org/10.1007/s11746-009-1526-9>
- Shah, M. A., Bosco, S. J. D., & Mir, S. A. (2014). Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. *Meat Science*, 98(1), 21–33.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.03.020>
- Shan, B., Cai, Y.-Z., Brooks, J. D., & Corke, H. (2009). Antibacterial and antioxidant effects of five spice and herb extracts as natural preservatives of raw pork. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(11), 1879–1885.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.3667>
- Signorello, G., & Pappalardo, G. (2003). Domestic animal biodiversity conservation: A case study of rural development plans in the European Union. *Ecological Economics*, 45(3), 487–499. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(03\)00099-5](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(03)00099-5)
- Skrovankova, S., Sumczynski, D., Mlcek, J., Jurikova, T., & Sochor, J. (2015). Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Different Types of Berries. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(10), 24673–24706.
<https://doi.org/10.3390/ijms161024673>
- Soy-Massoni, E., Monllor, N., Nuss, S., Markuszewska, I., & Tanskanen, M. (2018). Landscape eaters : supporting rural development and ecosystem. *Agriculture and Food*, 6(October), 381–398.
- Stadtman, E. R. (2004). Role of Oxidant Species in Aging. *Current Medicinal Chemistry*, 11(9), 1105–1112. <https://doi.org/10.2174/0929867043365341>
- Stampa, E., Schipmann-Schwarze, C., & Hamm, U. (2020). Consumer perceptions, preferences, and behavior regarding pasture-raised livestock products: A review. *Food Quality and Preference*, 82, 103872.
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.103872>
- Swisher, M. E., Ruiz-Menjivar, J., & Koenig, R. (2018). Value chains in renewable and sustainable food systems. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 33(1), 1–5.
<https://doi.org/10.1017/S1742170517000667>
- Tayefi-Nasrabadi, H., Sadigh-Eteghad, S., & Aghdam, Z. (2012). The Effects of the Hydroalcohol Extract of *Rosa canina* L. Fruit on Experimentally Nephrolithiasic Wistar Rats. *Phytotherapy Research*, 26(1), 78–85.
<https://doi.org/10.1002/ptr.3519>
- Tibau, J. (2015). *Personal communication, data collected within TREASURE survey 2.1 originating from EU-project Q-PorkCahins.*
- Tibau, J., Torrentó, N., Quintanilla Aguado, R., González, J., Angels Oliver, M., Gil, M., Jaume, J., & Batorek-Lukač, N. (2019). Negre Mallorquí (Majorcan Black) Pig. In M Čandek-Potokar & R. Nieto (Eds.), *European Local Pig Breeds - Diversity and Performance. A study of project TREASURE.* IntechOpen.
<https://doi.org/10.5772/intechopen.84434>
- Tims, M. (1958). Protection of cooked meats with phosphates. *Food Technology*, 12(5), 240–243.
- Toldrá, F., Aristoy, M., & Flores, M. (2009). Relevance of nitrate and nitrite in dry-cured ham and their effects on aroma development. *Grasas y Aceites*, 60(3), 291–296.
<https://doi.org/10.3989/gya.130708>
- Tutin, T., Heywood, V., Burges, N., Moore, D., Valentine, D., Walters, S., & Webb, D. (1968). *Flora Europaea. Rosaceae to Umbelliferae. Vol. 2* (Cambridge). Cambridge University Press.



- Uggla, M., & Martinsson. (2005). Cultivate the wild roses - experiences from rose hip production in Sweden. *Acta Horticulturae*, 690, 83–90.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.690.11>
- UNE 87024-1. (1995). *Análisis sensorial. Guía general para la selección, entrenamiento y control de jueces. Parte 1: Catadores*.
<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0007690>
- US Department of Agriculture and USDA Foreign Agricultural Service. (2020). *Global pork production in 2020, by country (in 1,000 metric tons)*. Statista.
www.statista.com/statistics/273232/net-pork-production-worldwide-by-country/
- Utrera, M., Morcuende, D., Ganhão, R., & Estévez, M. (2015). Role of Phenolics Extracting from *Rosa canina* L. on Meat Protein Oxidation During Frozen Storage and Beef Patties Processing. *Food and Bioprocess Technology*, 8(4), 854–864.
<https://doi.org/10.1007/s11947-014-1450-3>
- Vadell, A. (2000). Situación actual y perspectivas del cerdo criollo Pampa en Uruguay. *Memorias Del I Taller Internacional de Cerdos Criollos de Origen Ibérico*.
- Varga, A., Molnár, Z., Biró, M., Demeter, L., Gellény, K., Miókovics, E., ... & Babai, D. (2016). Changing year-round habitat use of extensively grazing cattle, sheep and pigs in East-Central Europe between 1940 and 2014: Consequences for conservation and policy. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 234, 142–153.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.05.018>
- Vecchio, R., & Annunziata, A. (2011). The role of PDO/PGI labelling in Italian consumers' food choices. *Agricultural Economics Review*, 12(2), 81–99.
<https://doi.org/10.22004/ag.econ.178224>
- Verbeke, W., Pérez-Cueto, F., Barcellos, M., Krystallis, A., & Grunert, K. (2010). European citizen and consumer attitudes and preferences regarding beef and pork. *Meat Science*, 84(2), 284–292.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.05.001>
- Vitale, M., Kallas, Z., Rivera-Toapanta, E., Karolyi, D., Cerjak, M., Lebret, B., Lenoir, H., Pugliese, C., Aquilani, C., Čandek-Potokar, M., Gil, M., & Oliver, M. À. (2020). Consumers' expectations and liking of traditional and innovative pork products from European autochthonous pig breeds. *Meat Science*, 168, 108179.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108179>
- Vossen, E., Utrera, M., De Smet, S., Morcuende, D., & Estévez, M. (2012). Dog rose (*Rosa canina* L.) as a functional ingredient in porcine frankfurters without added sodium ascorbate and sodium nitrite. *Meat Science*, 92(4), 451–457.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.05.010>
- Widén, C., Ekholm, A., Coleman, M. D., Renvert, S., & Rumpunen, K. (2012). Erythrocyte Antioxidant Protection of Rose Hips (*Rosa* spp.). *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2012, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2012/621579>
- Zaritzky, N. E. (2012). *Physical-chemical principles in freezing*. Crc Press-taylor & Francis Group.
- Zarogoulidis, P., Cheva, A., Zarampouka, K., Huang, H., Li, C., Huang, Y., Katsikogiannis, N., & Zarogoulidis, K. (2013). Tocopherols and tocotrienols as anticancer treatment for lung cancer: Future nutrition. *Journal of Thoracic Disease*, 5(3), 349–352. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2072-1439.2013.04.03>
- Zhu, F., Du, B., Bian, Z., & Xu, B. (2015). Beta-glucans from edible and medicinal mushrooms: Characteristics, physicochemical and biological activities. *Journal of*



Food Composition and Analysis, 41, 165–173.

<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.01.019>

Ziegler, S., Meier, B., & Sticher, O. (1986). Fast and Selective Assay of L-Ascorbic Acid in Rose Hips by RP-HPLC Coupled with Electrochemical and/or Spectrophotometric Detection. *Planta Medica*, 52(05), 383–387. <https://doi.org/10.1055/s-2007-969192>

Zlatanov, M. (1999). Lipid composition of Bulgarian chokeberry, black currant and rose hip seed oils. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(12), 1620–1624. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199909\)79:12<1620::AID-JSFA410>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199909)79:12<1620::AID-JSFA410>3.0.CO;2-G)

Capítulo VIII
















Anexos





Anexo 1. Estudio 1. Tarjetas Descriptivas

Anexo 1.1. Barcelona (España):




<table border="1"> <tr><th colspan="2">Producte A</th></tr> <tr> <td></td> <td>Hamburguesa Porc Negre Mallorquí</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Carn de raça autòctona criada en sistema extensiu</td> </tr> </table>	Producte A			Hamburguesa Porc Negre Mallorquí	Carn de raça autòctona criada en sistema extensiu		<table border="1"> <tr><th colspan="2">Producte B</th></tr> <tr> <td></td> <td>Hamburguesa Porc Negre Mallorquí</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Carn de raça autòctona criada en sistema extensiu Preparada amb una font natural de fibra alimentària que millora les nostres defenses</td> </tr> </table>	Producte B			Hamburguesa Porc Negre Mallorquí	Carn de raça autòctona criada en sistema extensiu Preparada amb una font natural de fibra alimentària que millora les nostres defenses		<table border="1"> <tr><th colspan="2">Producte C</th></tr> <tr> <td></td> <td>Hamburguesa Porc Negre Mallorquí</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Carn de raça autòctona criada en sistema extensiu Preparada amb una font natural d'antioxidants que ajuda a prevenir malalties cardiovasculars</td> </tr> </table>	Producte C			Hamburguesa Porc Negre Mallorquí	Carn de raça autòctona criada en sistema extensiu Preparada amb una font natural d' antioxidants que ajuda a prevenir malalties cardiovasculars	
Producte A																				
	Hamburguesa Porc Negre Mallorquí																			
Carn de raça autòctona criada en sistema extensiu																				
Producte B																				
	Hamburguesa Porc Negre Mallorquí																			
Carn de raça autòctona criada en sistema extensiu Preparada amb una font natural de fibra alimentària que millora les nostres defenses																				
Producte C																				
	Hamburguesa Porc Negre Mallorquí																			
Carn de raça autòctona criada en sistema extensiu Preparada amb una font natural d' antioxidants que ajuda a prevenir malalties cardiovasculars																				
<table border="1"> <tr><th colspan="2">Producte D</th></tr> <tr> <td></td> <td>Hamburguesa mixta Porc i Vedella</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> </tr> </table>	Producte D			Hamburguesa mixta Porc i Vedella			<table border="1"> <tr><th colspan="2">Producte E</th></tr> <tr> <td></td> <td>Hamburguesa Vedella</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Carn selecta</td> </tr> </table>	Producte E			Hamburguesa Vedella	Carn selecta								
Producte D																				
	Hamburguesa mixta Porc i Vedella																			
Producte E																				
	Hamburguesa Vedella																			
Carn selecta																				



Anexo 1.2 Bolonia (Italia)

<table border="1"> <tr><th colspan="2">A</th></tr> <tr> <td></td> <td>Salame di suino Cinta Senese</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Carne suina di razza autoctona toscana allevata all'aperto</td> </tr> </table>	A			Salame di suino Cinta Senese	Carne suina di razza autoctona toscana allevata all'aperto		<table border="1"> <tr><th colspan="2">B</th></tr> <tr> <td></td> <td>Salame di suino Cinta Senese</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CARNE SUINA DI RAZZA AUTOCTONA TOSCANA ALLEVATA ALL'APERTO CON CONSERVANTI NATURALI WITH NATURAL CONSERVANTI</td> </tr> </table>	B			Salame di suino Cinta Senese	CARNE SUINA DI RAZZA AUTOCTONA TOSCANA ALLEVATA ALL'APERTO CON CONSERVANTI NATURALI WITH NATURAL CONSERVANTI	
A													
	Salame di suino Cinta Senese												
Carne suina di razza autoctona toscana allevata all'aperto													
B													
	Salame di suino Cinta Senese												
CARNE SUINA DI RAZZA AUTOCTONA TOSCANA ALLEVATA ALL'APERTO CON CONSERVANTI NATURALI WITH NATURAL CONSERVANTI													
<table border="1"> <tr><th colspan="2">C</th></tr> <tr> <td></td> <td>Salame suino</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Salame</td> </tr> </table>	C			Salame suino	Salame		<table border="1"> <tr><th colspan="2">D</th></tr> <tr> <td></td> <td>Salame suino</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Salame premium</td> </tr> </table>	D			Salame suino	Salame premium	
C													
	Salame suino												
Salame													
D													
	Salame suino												
Salame premium													



Anexo 1.5 Zagreb (Croacia)

A		B		C	
	Šunka od turopoljske svinje		Šunka od turopoljske svinje		Šunka od turopoljske svinje
Hrvatska autohtona pasmina Uzgoj na otvorenom		Hrvatska autohtona pasmina Uzgoj na otvorenom (LESS SALT)		Hrvatska autohtona pasmina Uzgoj na otvorenom (LESS SMOKING)	

D		E	
	Šunka		Šunka
Premium kvaliteta			

**Anexo 3. Estudio 3. Estudio AHP****Tabla 10.** Plantilla de Excel para analizar y elegir la política más relevante de cada estrategia de Marketing (4P): producto, precio, *place* (Lugar) y promoción**A. Política del Producto**

First Voted Policy									Second voted policy								
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	8																

First Voted Policy									Third voted policy								
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
			6														

Second voted policy									Third voted policy								
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
						3											

Using the scale from 1 to 9 described below, in your opinion, what is the degree of importance of the following most voted policies as the most appropriate for the commercialization of Porc Negre Mallorquí products?

- 1 = The element (in blue) has the same importance as the element (in green)
- 2 = The element (in blue) is slightly more important than the element (in green)
- 3 = The element (in blue) is a little more important than the element (in green)
- 4 = The element (in blue) is something more important than the element (in green)
- 5 = The element (in blue) is moderately more important than the element (in green)
- 6 = The element (in blue) is much more important than the element (in green)
- 7 = The element (in blue) is much more important than the element (in green)
- 8 = The element (in blue) is extremely more important than the element (in green)
- 9 = The element (in blue) is absolutely more important than the element (in green)



Tabla 11. Plantilla de Excel para analizar y elegir la política más relevante entre todas las estrategias: producto, precio, *place* (Lugar) y promoción

E. MARKETING POLICIES																	
E1. PRODUCT policy									E2. PRICE policy								
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
E1. PRODUCT policy									E3. PLACE policy								
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
E1. PRODUCT policy									E4. PROMOTION policy								
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
E2. PRICE policy									E3. PLACE policy								
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
E2. PRICE policy									E4. PROMOTION policy								
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
E3. PLACE policy									E4. PROMOTION policy								
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Using the scale from 1 to 9 described below, in your opinion, what is the degree of importance of the following most voted policies as the most appropriate for the commercialization of Poro Negro Mallorquí products?

- 1 = The element (in blue) has the same importance as the element (in green)
- 2 = The element (in blue) is slightly more important than the element (in green)
- 3 = The element (in blue) is a little more important than the element (in green)
- 4 = The element (in blue) is something more important than the element (in green)
- 5 = The element (in blue) is moderately more important than the element (in green)
- 6 = The element (in blue) is much more important than the element (in green)
- 7 = The element (in blue) is much more important than the element (in green)
- 8 = The element (in blue) is extremely more important than the element (in green)
- 9 = The element (in blue) is absolutely more important than the element (in green)



2022

Tesis Doctoral
Evelyn Andrea Rivera Toapanta

**Valorización de los Productos Tradicionales e
Innovadores de razas de cerdos Autóctonos de
Europa en peligro de extinción, con una
perspectiva Autosostenible**



UAB

Universitat Autònoma
de Barcelona



IRTA^R

Institut de Recerca i
Tecnologia Agroalimentàries