



Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales

etsii UPCT

Utilización de los subproductos de la horchata de chufa en la industria cárnica.

Titulación: Ingeniería Técnica
Industrial

Intensificación: Especialidad Química
Industrial

Alumno/a: Carmen M^a Muñoz Marín

Director/a/s: José Pérez Pérez

Cartagena, 10 de octubre de 2013

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN:

1.1- La chufa

1.1.1- Situación actual de la producción de chufa en España.

1.1.2.- Características de la chufa.

1.1.2.1- Variedades.

1.1.2.2- Fertilización.

1.1.2.3- Riegos.

1.1.2.4- Plagas.

1.1.3.- Aprovechamiento industrial de la chufa.

1.2.- Aprovechamiento de subproductos de las industrias alimentarias como fuente de ingredientes funcionales.

1.2.1.- Principales subproductos de la industria agro-alimentaria.

1.2.2.- Ingredientes funcionales obtenidos a partir de subproductos.

1.2.3.- Aplicaciones industriales.

1.3.- Carne y productos cárnicos.

1.3.1.- Papel nutricional en la dieta española.

1.3.2.- Productos cárnicos funcionales.

1.4.- JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.

2.- OBJETIVOS.

3.- MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1.- Preparación de la fibra de chufa.

3.2.- Fabricación de hamburguesas.

3.3.- Análisis inmediato de las hamburguesas.

3.4.- Características de la cocción

3.5.- Análisis fisico-químico de las hamburguesas.

3.5.1.- pH.

3.5.2.- Actividad de agua.

3.5.3.- Determinaciones de color.

3.5.4.- Análisis de texturas.

3.5.5.- Análisis sensorial de las hamburguesas.

3.5.6.- Análisis estadístico.

4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. El efecto de la fibra de chufa sobre las características de las hamburguesas de carne de cerdo.

4.2. Efecto de la fibra de chufa sobre las características de cocción de las hamburguesas de carne de cerdo.

4.3. El efecto de la fibra de chufa sobre las características de las hamburguesas de carne de cerdo cocinadas.

5.- CONCLUSIONES.

6.- BIBLIOGRAFÍA.

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. La chufa.

La chufa (*Cyperus sceleratus*) es un tubérculo que se ha utilizado desde hace siglos en una parte importante de África. Los antiguos egipcios, una de las civilizaciones más importantes de la antigüedad, ya utilizaban este alimento por sus magníficas propiedades curativas y regenerativas. Prueba del valor que le daban es que se han encontrado chufas en algunos sarcófagos, donde es sabido que los egipcios se enterraban con sus pertenencias más valiosas.

Desde aquellos tiempos, o incluso antes, diferentes civilizaciones le han dado a la chufa un papel fundamental dentro de una alimentación equilibrada y sana. Diferentes estudios que se han realizado en Europa, donde llegó gracias a la entrada de los árabes en la península ibérica cultivándose definitivamente en la Comunidad Valenciana, avalan las propiedades y los nutrientes intrínsecos de este tubérculo exclusivo que van desde la prevención de enfermedades coronarias (reduce el colesterol malo) a la regulación de la función intestinal (por su alto contenido en fibras naturales). (www.tigernuts.es)

La chufa tiene una forma rugosa redondeada y con un cierto color a tierra ya que se encuentra enterrada hasta que se saca de ella para su consumo. La planta, por su parte, posee unas hojas de un verde intenso característico que es muy común verlo en algunos campos de países de África y también en algunos pueblos de la Valencia costera.

1.1.1- Situación actual de la producción de chufa en España.

La zona óptima para su producción es la denominada orográfica: llana, propia de áreas sedimentarias costeras del mar Mediterráneo. Suelos franco-arenosos, con buen drenaje y bien nivelados, de textura ligera, sueltos, arenas de grano fino, libres de salinidad y de malas hierbas. En ellos la chufa adquiere mayor calidad, sabor más dulce e intenso, piel más fina y tamaño más grande y uniforme. El clima es Mediterráneo con humedad relativa alta y escasas oscilaciones térmicas a lo largo del día, debido a la proximidad del mar, que actúa como amortiguador térmico. La elevada humedad relativa favorece el cultivo dada la baja pluviometría en esta comarca. (www.infoagro.com/herbaceosindustriales/chufa.htm)

La chufa se cultiva exclusivamente en Valencia, en la comarca de L'Horta Nord, donde presenta una larga tradición. Los municipios donde se dedica mayor superficie a su cultivo son Alboraya, Almássera, Valencia (Benimaclet, Borbotó, Carpesa, Poble Nou) y Tavernes Blanques, y menor superficie, Alfara del Patriarca, Bonrepós i Mmirambell, Albalat dels Sorells, Godella, Meliana y Vinalesa, siendo anecdótica su producción en otros términos municipales de la misma comarca o en L'Horta Sud.

En la actualidad, con unas 3200 hanegadas (una hanegada es una medida de superficie que varía dependiendo de la comunidad: en Valencia equivale a 831 metros cuadrados) previstas para la campaña de recolecta de los meses próximos, la superficie cultivada de chufa en la comarca se ha reducido en sólo dos años a casi la mitad. El área de la comarca dedicada a este tubérculo ha descendido un 45 % con respecto a lo plantado en 2009, lo que supone las peores cifras de los últimos 15 años (AVA-ASAJA, Asociación Valenciana de Agricultores, 2010).

La organización agraria atribuye este desplome al efecto acumulado de las importaciones masivas de chufa africana de los años anteriores y al consecuente hundimiento de los precios de origen, que en éstas dos temporadas se situaron por debajo de los costes de producción. Una vez eliminado buena parte del stock de chufa y de horchata almacenada y dado el leve repunte de la demanda de horchata que se está experimentando este verano de 2010, se espera que los precios del año 2010 puedan devolver al cultivo a una mínima rentabilidad.

Fue a partir de 2004 y hasta 2007 cuando las importaciones de chufa africana se dispararon hasta llegar a representar alrededor de 40% de la producción local, lo que contribuyó de forma decisiva a generar los excedentes que han hecho entrar al cultivo en crisis. A falta de una estadística del todo fiable sobre tal circunstancia (porque las importaciones de chufa no tienen código aduanero propio) se estima que las compras de chufa procedentes de Níger fundamentalmente así como de Burkina Faso y Mali, se duplicaron y pasaron de las 1603 toneladas de 2003 a una media en tal periodo (2004-2007) de 3374 toneladas. Las importaciones han sido pues el factor decisivo para entender el desplome en el precio en origen y con ello, la caída en la superficie cultivada y en la producción local. Se conoce que la chufa africana es más grande y barata, pero tiene rendimientos muy inferiores y sobre todo contiene menos grasa, por lo que no reúne las cualidades organolépticas necesarias para elaborar, por ejemplo, la horchata (Cristóbal Aguado, presidente de ASA-ASAJA, 2010).

Por ello se aconseja a los consumidores que busquen la horchata que lleve el sello de la Denominación de Origen “Chufa de Valencia”.



Figura1. Logotipo del consejo regulador denominación de origen de la chufa de Valencia.

En la Tabla 1 se muestran varios históricos de superficie (en hanegadas) dedicada al cultivo de la chufa de la Comunidad Valenciana. (DOCV, Consejo Regulador de la Denominación de Origen Chufa de Valencia).

Tabla 1. Histórico de superficie de cultivo de la chufa.

SUPERFICIE TOTAL DEDICADA AL CULTIVO DE LA CHUFA	26/09/2011
(EXPRESADA EN HANEGADAS)	

POBLACIÓN	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01
ALBALAT	5,00	5,00	-	5,50	13,00	23,75
ALBORAIA	1.735,50	1.585,25	1.285,75	1.279,71	1.799,25	1.738,75
ALBUIXECH	15,00	10,50	10,00	4,00	33,00	2,00
ALFARA	35,00	23,00	16,00	48,00	23,25	32,50
ALMÀSSERA	733,25	520,25	465,75	314,75	519,50	514,75
BONREPÒS	132,50	46,50	43,00	51,25	59,00	60,50
BURJASSOT	35,25	29,50	65,50	44,75	64,75	48,50
FOIOS	30,75	39,00	14,00	7,50	82,25	78,00
GODELLA	39,50	11,00	14,00	44,50	16,50	48,00
MELIANA	297,50	226,75	179,75	134,50	297,50	262,00
MONTCADA	28,00	22,25	5,00	-	10,50	17,00
PATERNA	3,00	8,00	-	-	6,50	6,50
ROCAFORT	27,50	5,00	34,75	15,25	16,00	26,50
TAVERNES	55,50	35,25	50,75	23,50	49,00	30,50
VALENCIA	2.743,00	1.853,75	1.597,00	1.432,00	2.004,50	2.138,25
VINALESA	92,50	62,50	28,50	67,50	58,00	59,50
TOTAL	6.008,75	4.483,50	3.809,75	3.472,71	5.052,50	5.087,00

POBLACIÓN	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07
ALBALAT	25,25	15,50	23,25	40,50	16,50	81,00
ALBORAIA	1.624,50	1.527,50	1.613,75	1.841,75	1.852,00	1.995,25
ALBUIXECH	16,50	4,00	2,50	32,50	34,00	67,50
ALFARA	26,00	24,00	47,25	46,25	67,50	66,50
ALMÀSSERA	496,00	487,50	532,25	650,75	605,25	704,00
BONREPÒS	69,50	64,50	57,75	70,00	100,25	92,25
BURJASSOT	64,00	64,75	60,75	84,25	83,75	106,75
FOIOS	69,00	55,50	83,00	95,00	240,00	206,25
GODELLA	38,00	29,00	60,75	58,75	104,75	94,75
MELIANA	268,50	231,75	266,50	419,25	500,00	547,00
MONTCADA	11,00	27,50	43,00	9,00	95,50	81,75
PATERNA	-	2,00	16,00	12,50	24,00	30,75
ROCAFORT	7,00	10,00	43,50	18,25	97,00	29,50
TAVERNES	41,25	46,75	32,25	47,25	38,50	44,00
VALENCIA	1.794,50	1.824,25	2.038,00	2.370,25	2.728,75	2.661,25
VINALESA	50,75	58,00	36,00	99,00	45,25	97,50

TOTAL	4.601,75	4.472,50	4.956,50	5.895,25	6.633,00	6.906,00
--------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

SUPERFICIE TOTAL DEDICADA AL CULTIVO DE LA CHUFA 26/09/2011

(EXPRESADA EN HANEGADAS)

POBLACIÓN	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07
ALBALAT	25,25	15,50	23,25	40,50	16,50	81,00
ALBORAIA	1.624,50	1.527,50	1.613,75	1.841,75	1.852,00	1.995,25
ALBUIXECH	16,50	4,00	2,50	32,50	34,00	67,50
ALFARA	26,00	24,00	47,25	46,25	67,50	66,50
ALMÀSSERA	496,00	487,50	532,25	650,75	605,25	704,00
BONREPÒS	69,50	64,50	57,75	70,00	100,25	92,25
BURJASSOT	64,00	64,75	60,75	84,25	83,75	106,75
FOIOS	69,00	55,50	83,00	95,00	240,00	206,25
GODELLA	38,00	29,00	60,75	58,75	104,75	94,75
MELIANA	268,50	231,75	266,50	419,25	500,00	547,00
MONTCADA	11,00	27,50	43,00	9,00	95,50	81,75
PATERNA	-	2,00	16,00	12,50	24,00	30,75
ROCAFORT	7,00	10,00	43,50	18,25	97,00	29,50
TAVERNES	41,25	46,75	32,25	47,25	38,50	44,00
VALENCIA	1.794,50	1.824,25	2.038,00	2.370,25	2.728,75	2.661,25
VINALESA	50,75	58,00	36,00	99,00	45,25	97,50
TOTAL	4.601,75	4.472,50	4.956,50	5.895,25	6.633,00	6.906,00

1.1.2- Características de la chufa.

La chufa es una planta vivaz de hojas en roseta, paralelinervias, opuestas, envolventes, de 40-50 centímetros de longitud y ásperas al tacto y de color verde oscuro, brillante en el haz y mate en el envés. El tallo presenta sección triangular, macizo, liso y sin nudos. Las flores son aclamídeas, de tamaño pequeño (6-12 mm) y muy rudimentarias. Se agrupan en espigas de color dorado rojizo. Normalmente varias espigas se articulan en un mismo punto. La fructificación es en aquenio, aunque ésta normalmente no se produce en la Comunidad Valenciana por falta de temperaturas suficientemente altas. (www.hortanoticias.com)

Posee un sistema radicular rizomático del que parten raicillas en cuyos extremos se forman los tubérculos (chufas) por los que se cultiva. Éstos son más o menos redondeados, poseen una serie de anillos transversales y están provistos de hojitas escamiformes o catáfilos. Los tubérculos pueden ser redondeados o alargados, algo comprimidos por un costado y ligeramente arqueados, más anchos por uno de sus extremos (de 10-25 mm de longitud y de 8-10 mm de anchura). La piel presenta un color marrón que puede llegar a ser más oscuro si la recolección se realiza muy tardíamente o si el suelo es de color muy oscuro, también a medida que el tubérculo se seca y se alarga su

almacenamiento, oscurece su color externo. La pulpa del tubérculo es de color amarillento cuando está seco y blanco lechoso cuando se pone varias horas en maceración. El peso medio de los tubérculos es aproximadamente de 0.4 gramos. La comestibilidad y sabor característicos del tubérculo se adquieren después de secado, cuando parte del almidón se ha transformado en azúcar.



Figura 2. Chufas en su estado óptimo de elaboración.

En la tabla 2 se presentan los valores medios de distintos parámetros de calidad de la chufa entre los años 1999 y 2009 proporcionados por el Consejo Regulador de Denominación de Origen Chufa de Valencia. (www.hortanoticias.com)

Tabla 2. Valores medios de diferentes parámetros de calidad de la chufa determinados entre los años 1999 y 2009.

%	1999	2000	2001	2002	2003	2004
HUMEDAD	8,02	7,55	6,88	8,07	7,95	7,76
MEDIA						
FIBRA	6,77	6,76	8,54	6,93	7,35	7,34
ALMIDÓN	30,36	34,69	39,38	29,22	31,92	36,11
MATERIA	33,53	28,98	25,52	32,49	29,35	29,3
GRASA						
PROTEÍNA	8,26	8,29	8,15	8,92	8,1	8,27
AZÚCARES						
TOTALES	14,44	15,37	16,13	15,81	14,79	16,07
(GLUCOSA)						
CENIZAS	-	1,8	-	1,81	1,76	1,81

%	2005	2006	2007	2008	2009
HUMEDAD MEDIA	7,91	7,97	7,79	8.04	7.88
FIBRA	6,96	7,24	6,88	7.12	7.19
ALMIDÓN	31,04	30,58		34.13	33.98
MATERIA GRASA	29,31	29,58	32,15	28.62	29.15
PROTEÍNA	8,12	8,33	28,83	8.74	8.41
AZÚCARES TOTALES (GLUCOSA)	16,10	16,23	8,61	16.59	15.29
CENIZAS	-	-	16,06	1,79	1,71

1.1.2.1- Variedades.

En el cultivo de la chufa, los agricultores clasifican a los tubérculos en función de su forma, distinguiendo el tipo "Ametlla" (de forma aproximadamente esférica), presentando una anchura mayor que su longitud, y los del tipo "Llargueta" presentan una longitud mayor que su anchura. Puede afirmarse que en las poblaciones valencianas de chufa a la hora de sembrar van encaminadas hacia el tipo "Ametlla". Sembrando tubérculos del tipo "Ametlla" los resultados en la recolección son bastante impredecibles, ya que se obtienen tanto de un tipo como del otro. En cuanto a las características que debe reunir una variedad de chufas son las siguientes:

- Aumento del rendimiento agrícola.
- Ausencia de flores anticipadas.
- Resistencia al encamado.
- Resistencia a plagas y enfermedades.
- Uniformidad de tamaños.
- Buen almacenamiento y facilidad en el secado.

1.1.2.2- Fertilización.

La chufa es un cultivo esquilante para el terreno, y por ello debe mantenerse su fertilidad mediante el abonado. El suelo franco-arenoso en que se desarrolla el cultivo y la gran cantidad de riegos que se practican producen una lixiviación intensa de los elementos fertilizantes, en especial del nitrógeno. Además, la planta extrae en cada cosecha cantidades importantes de nitrógeno, fósforo y potasio que deben ser restituidos si no queremos empobrecer el suelo paulatinamente y obtener tubérculos malformados o desarrollados vegetativos de la planta realmente pobres.

Por todo ello, es necesario realizar un abonado suficiente y de forma adecuada a las necesidades de la planta. Las aplicaciones de abonos orgánicos, sobre todo procedentes de estiércol de vacuno o cerdo con cama de arena, son muy necesarias en este cultivo. El peligro del encamado precoz de la planta reduce las posibilidades de realizar un abono mineral intenso, sobre todo nitrogenado. El cultivo precedente al de la chufa condiciona el abonado aconsejable, que debe ser menos cuantioso cuando sucede a la patata temprana, pues este cultivo es fertilizado intensamente.

Los criterios que deben de considerarse en el momento de plantear una rotación de cultivos, considerando entre ellos a la chufa son:

- La chufa cultivada habitualmente como segunda cosecha, tras de otra hortaliza. Aquellos cultivos que permitan adelantar la fecha de siembra de la chufa serán muy adecuados, ya que después de ellos dará un mayor rendimiento (col, lechuga, escarola, etc). La alternativa más frecuente sitúa la chufa detrás de la patata temprana. Aunque en los últimos años, con la aparición de variedades híbridas de cebolla de ciclo más corto, se han convertido con frecuencia en el cultivo precedente.

- Son cultivos adecuados para la chufa aquellos que dejan el suelo limpio de malas hierbas, ya que éstas compiten con la chufa en los primeros estadios vegetativos (Ej: alcachofa, cacahuete...). El problema se resuelve con la aplicación de herbicidas.

Por otro lado, los inconvenientes de la chufa como alternativa de cultivo son:

- Presenta problemas en el cultivo siguiente porque los tubérculos se quedan en el suelo al realizarse la recolección y rebrotan posteriormente.

- Es un cultivo esquilmante, pues agota las reservas fertilizantes del suelo y en especial de materia orgánica.

- La planta presenta un abundante sistema radicular muy superficial que compita normalmente con cualquier especie hortícola.

- En el caso de repetición del cultivo de la chufa, se disminuye el rendimiento y tamaño del tubérculo, amarilleamiento de la vegetación y aparición de floraciones anticipadas fuera de la época normal de floración.

1.1.2.3- Riegos.

El cultivo de la chufa necesita un aporte hídrico elevado a lo largo de todo el ciclo que sólo se puede suministrar en con el riego. Una humedad suficiente del suelo estimula la tuberización, favorece el enraizamiento y la formación de bulbos basales y rizomas. Es conveniente resaltar que en una Ha de terreno y en un espesor de 20-30 cm de suelo se encuentran unas 300-

400.000 plantas que dan lugar a 20-30 millones de tubérculos, lo que requiere una humedad continuada y suficiente en el terreno.

La humedad del terreno debe ser en todo momento la controlada para el mejor desarrollo del cultivo, pues las plantas manifiestan desórdenes vegetativos tanto por falta como por exceso de humedad en el suelo. La falta de humedad se detecta en la planta por la coloración oscura de las hojas, poca altura del tallo, insuficiente enraizamiento y hojas demasiado acogolladas sin desplegarse, llegando a necrosarse las puntas. Por el contrario, el exceso de humedad manifiesta por una clorosis y encamado precoz, podredumbre de hojas y cuello de la planta y formación de tubérculos de tipo más alargado.

En el ciclo vegetativo de la chufa existen unas épocas en las que el aporte hídrico debe ser perfectamente regulado por el riego. Una de ellas es los primeros momentos del ciclo vegetativo de la planta: así, el primer riego de cultivo, en las siembras de sazón, debe darse cuando la planta tenga como mínimo 15-20 cm de altura, o sea, unas 10-12 hojas (la planta alcanza este desarrollo a los 25-30 días de la plantación). Si se realiza antes, el suelo se compacta, la planta amarillea y enraíza mal. En cambio, si se retrasa, el crecimiento se atenúa, aunque no se perjudica el desarrollo posterior de las plantas. Los últimos riegos conviene retrasarlos hasta que la planta haya agostado el follaje, debiendo ser abundantes para favorecer el engorde del tubérculo. Si se produce en encamado precoz del cultivo (en julio), conviene espaciar los riegos hasta 20-30 días incluso para conseguir que se refuercen los tallos y ofrezcan una mayor resistencia al vuelco.

Por el tipo de suelos de su zona de cultivo (franco-arenosos), la chufa exige un riego continuo, con turnos muy cortos para mantener la sazón. Las fases vegetativas en que las plantas precisan de mayores aportes hídricos son: durante el ahijamiento (junio-julio) y en la tuberización (septiembre). La chufa requiere una humedad continuada en el terreno desde junio hasta septiembre, o sea, a lo largo de todo su período de vegetación activa, con un período punta durante los meses de julio y agosto.



Figura 3. Plantación y riego de la chufa.

Los turnos de riego más recomendables pueden concretarse de la siguiente forma:

- Junio: cada 10 días.
- Julio-agosto: cada 8 días.
- 1 de septiembre – 15 de octubre: cada 10-12 días.

El tipo y época de plantación, fisiología de la planta, condiciones climatológicas, etc., modifican estos turnos y en la práctica el número total de riegos que se realizan el cultivo puede estimarse en 14 para las plantaciones con suelo seco y 11 en las del terreno de sazón, según la siguiente tabla:

Tabla 2. Número de riegos en el periodo de cultivo de la chufa.

<i>Meses</i>	<i>Plantación en seco</i>	<i>Plantación de sazón</i>
Mayo	1 riego	No se riega
Junio	2 riegos	1 riego
Julio	4 riegos	3 riegos
Agosto	4 riegos	4 riegos
Septiembre	3 riegos	4 riegos
TOTAL	14 riegos	11 riegos

El riego tradicional de cultivo es el de “inundación por surcos” en que se abren las compuertas de la acequia de riego y el agua circula lentamente por los surcos hasta que llega al final de la parcela, momento en que se cierra la compuerta. De esta forma se consigue que el agua alcance como máximo la mitad de la altura del caballón, con lo que el resto del mismo queda mojado por capilaridad. El volumen de agua necesario para el riego del cultivo puede estimarse en 500-700 m³ por hectárea de riego.

1.1.2.4- Plagas.

Al ser la chufa una planta rústica, son pocos los problemas fitosanitarios que se presentan durante su cultivo. Las principales plagas y enfermedades que le afectan en la comarca de L’Horta Nord son las siguientes:

- Barrenador (*Bactra lanceslana*)

El barrenador (*Bactra lanceslana*) es un lepidóptero (mariposa). La hembra durante el mes de mayo inicia las puestas, la eclosión de los huevos se produce en 6-10 días penetrando a continuación las larvas en el interior de la

planta. Se alimentan del tallo, durante 15-220 días, y crisalidan en su interior. Después de este estado emerge el adulto al exterior. Presenta de 3 a 5 generaciones al año. En la fase de mayor ahijamiento y formación de brotes (mayo-junio) es cuando los ataques revisten mayor gravedad, pudiendo dañar a gran parte de la plantación. Cuando los ataques se producen hacia final del ciclo vegetativo con los tubérculos ya formados, el daño es menor.

Los tratamientos, como en todas las plagas cuyo ciclo biológico se cumple parcialmente en el interior de las plantas, deben hacerse siguiendo pautas muy concretas de época y producto. El barrenador solamente es sensible a tratamiento durante el período que media entre la eclosión de los huevos y en el momento de su penetración en el nervio central de la hoja. La chufa plantada precozmente es menos atacada por el insecto, ya que cuando se produce el ataque la planta está ya desarrollada y el insecto tiene preferencia por la planta tierna. La plantación poco densa, donde la planta crece más vigorosa, es menos sensible a los ataques del barrenador al igual que las plantas espigadas con el tallo endurecido. En la lucha química son eficaces los siguientes productos: Fenthion, Metomilo, Monocrotofos, Orpirifos, Permetrin.

- Orugas de las hojas (*Mythimna unipuncta*)

La oruga de las hojas (*Mythimna unipuncta*) es un lepidóptero que aparece a mediados de mayo en forma de mariposa, pone huevos en el envés de las hojas; las larvas que nacen de éstos roen las hojas. Los daños pueden comenzar en verano y prolongarse hasta el otoño. Los insecticidas más recomendados para este tipo de plaga: Lindano, Parathion, etc. Si se trata de ataque de orugas muy desarrolladas es más adecuado utilizar cebos envenenados.

- Pulgones (*Alphis* sp)

Las diferentes especies de pulgones que se presentan en las hortalizas pueden atacar ocasionalmente a la chufa. En general, el ataque no reviste importancia, ya que sólo se presentan en los primeros estados vegetativos de la planta, cuando éstas son muy tiernas y con poca intensidad. Se controlan normalmente con los tratamientos plaguicidas que se realizan contra el barrenador. En caso de necesidad, pueden aplicarse los aficidas sistémicos habituales solos o asociados a los productos que se utilizan para el control del barrenador.

1.1.3- Aprovechamiento industrial de la chufa.

Son muchos y variados los diferentes usos industriales actuales que se investigan para aprovechar las propiedades de la chufa. A continuación se detallan algunos de ellos facilitados por Tigernuts Traders S.L., empresa líder en la exportación e investigación de nuevos productos derivados de la chufa:

- **Ingrediente fundamental para la elaboración de la horchata de chufa.**

La forma de presentación tradicional de la chufa siempre ha sido a través de la horchata o leche de chufa, una bebida extremadamente popular en la costa mediterránea y que ofrece un sabor dulce y delicioso que satisface a los paladares más exquisitos.

También contiene varias características beneficiosas al ser su ingrediente fundamental la chufa como son:

- Reducción del colesterol y triglicéridos.
- Apta para personas que sufren de arteriosclerosis gracias, por un lado, al ácido oleico y también a que contiene Arginina, que al ser precursora de óxido nítrico favorece el efecto vasodilatador.
- La horchata sin azúcar es buena para diabéticos, ya que contiene hidratos de carbono a base de sacarosa y almidón (sin glucosa) y un alto contenido, como se ha mencionado anteriormente, de Arginina, que libera la hormona que produce la insulina.
- Bebida ideal para las personas que no toleran el gluten (celíacos) y para los que no toleran o son alérgicos a la leche de vaca y sus derivados ya que su contenido en gluten es inferior a 0,5 mgr/100g y el de lactosa menor del 0,01%.

- **La chufa como fruto seco.**

Su otro uso tradicional ha sido el de un fruto seco. El sabor dulce de las chufas hace de ellas un gran tentempié. Aunque al haberlas secado después de la cosecha están duras, si se remojan en agua durante unas 4 horas se rehidratan y vuelven a estar blandas y sabrosas.

- **Harina de chufas.**

La harina de chufas es un producto único por la dulzura intrínseca del alimento de origen y es aliñado perfecto para celíacos, personas con diabetes y para aquellos que necesiten un aporte extra de fibra en su alimentación diaria. Actualmente esta clase de harina se está empezando a utilizar en repostería, desayunos y meriendas (muesli o flakes) y panadería en general debido a la cantidad de nutrientes beneficiosos para el organismo que posee la propia chufa.

Además de utilizarse este tipo de harina de chufa como ingrediente de diferentes alimentos para una dieta saludable, también se está empezando a utilizar en cosmética ya que resulta un magnífico exfoliante para cremas y

jabones debido al alto contenido en vitamina E, que previene el envejecimiento de la piel. Así mismo, su calidad 100% natural le hace un exfoliante perfecto para aquellas personas con pieles sensibles o que prefieren no utilizar productos de origen químico en su cutis y cuerpo.

- **Aceite de chufa.**

Es un producto con unas propiedades nutritivas únicas tanto para una cosmética y una alimentación sana. Estas propiedades son:

- Elevado contenido de ácido oleico (ácido graso monosaturado que tiene mayor resistencia a la descomposición química) que prepara a la piel contra las agresiones externas.
- Contenido de ácidos grasos poliinsaturados (ácido linoleico y ácido linolénico) suficiente para cubrir las necesidades diarias mínimas (unos 10 gr).
- Elevado contenido Vitamina E (alfa y gamma- tocoferol) que previene el envejecimiento.
- Estabilidad oxidativa superior al resto de aceites por el contenido en ácidos grasos poliinsaturados y gamma- tocoferol.

Existen otras propiedades de este aceite de chufa que son las terapéuticas y son las siguientes:

- Reduce el colesterol malo (LDL- colesterol) y aumenta el bueno (HDL- colesterol). Reduce los niveles de triglicéridos en sangre.
- Efectos beneficiosos sobre secreciones digestivas (gástrica, pancreática y biliar), debido al alto contenido en ácido oleico, el más potente estimulador de la liberación de Colecistokinina (responsable de las segregaciones digestivas).
- Estimulación de la absorción del calcio en los huesos y la producción de nuevo tejido óseo, por los ácidos grasos de cadena corta y media, el ácido oleico y los ácidos grasos esenciales.
- Beneficios para el eczema y otras alteraciones de la piel. Además, previene el envejecimiento por el elevado contenido de Vitamina E, ya que esta aumenta la microcirculación de la piel.
- Recomendado para la infancia y la tercera edad por el contenido en vitamina E y el efecto antioxidante de éste sobre la membrana celular.
- Recomendado para personas a dieta por el necesario aporte de Vitamina E.
- En embarazadas fija el embrión al útero y aumenta la fertilidad de hombres y mujeres, por el alto contenido en Vitamina E.

- Evita la oxidación de las lipoproteínas o transportadores de sangre del colesterol (relacionadas con el desarrollo de enfermedad cardiovascular) y de otras sustancias (vinculadas con el desarrollo de ciertos tipos de cáncer).

Así pues, este tipo tan característico de aceite tiene diferentes usos y aplicaciones que a continuación se resumen:

- Alimentación: El aceite se puede utilizar en crudo o para freír alimentos. Al freír se produce una corteza en la superficie del alimento que impide la penetración de aceite en el interior del mismo.
- Nutrición: Prevención y terapia nutricional de patologías cardíacas y gastrointestinales, por su alto contenido en ácidos grasos monoinsaturados (ácido oleico). Mejora el metabolismo en general y ayuda a mejorar el estado de salud.
- Productos cosméticos: Es un antioxidante celular natural por su alto contenido en Vitamina E, que mejora la elasticidad de la piel y reduce las arrugas. Además, es recomendable para el tratamiento de eczemas y otras alteraciones de las pieles sensibles.
- Industria farmacéutica: Reduce los niveles de colesterol, por el elevado contenido de ácido oleico.
- Industria textil: Impermeabilizante en fibras textiles.

● **La chufa y sus subproductos como cebo para peces.**

Es un cebo muy utilizado en Europa, a pesar de estar prohibido el uso en gran cantidad de aguas y lagos privados. No es un cebo rápido ni instantáneo sino necesita de cebados previos para que el pez lo acepte. Normalmente es utilizado para la pesca de carpas. En cambio, cuando ya ha sido introducido en un embalse y las carpas lo reconocen, la atracción es máxima. Su gran poder de atracción se debe a la enorme cantidad de azúcar que contienen. Al ser muy duras, cuando son trituradas por los dientes faríngeos el pez siente una explosión de sabor que lo estimula. Además, este pequeño chasquido que se produce al machacarlas produce unas vibraciones en el agua que indican a otras carpas que sus hermanas han encontrado un cebadero y se están alimentando. El principal inconveniente que plantean es este pez no es capaz de digerirlas por lo que si realizamos un cebadero con ellas, las comerá y defecará prácticamente igual que las comió y volverá a comerlas y defecarlas de nuevo así una y otra vez, creándole graves problemas en su tubo digestivo con resultados que pueden llegar a ser fatales para la carpa causándoles hasta la muerte, razón por la cual se las prohíbe en Inglaterra.

1.2. Aprovechamiento de subproductos de las industrias alimentarias como fuente de ingredientes funcionales.

La industria alimentaria genera anualmente una gran cantidad de subproductos que no son aprovechados o se utilizan para una alimentación animal u otros fines distintos. Se puede considerar subproducto a todo producto no principal obtenido en un determinado proceso y que tiene o puede tener determinadas aplicaciones o aprovechamientos, de forma que lo que para una industria es un subproducto para otra puede constituir una materia prima, obteniendo a su vez un producto principal (Hermida, 1993).

Algunos de estos subproductos son parte del mismo vegetal que se eliminan con fines meramente comerciales, pero cuyo contenido en nutrientes y sustancias de otra índole podrían hacerlos susceptibles de ser considerados como materia prima de interés para la elaboración o enriquecimiento de otros alimentos. El aprovechamiento de estos subproductos puede servir para obtener un valor añadido de los productos donde podrían incluirse, mejorando sus características sensoriales, equilibrándolos en cuanto a las necesidades nutritivas, así como elaborando alimentos funcionales (Memoria de Inmaculada Mateos, Universidad Complutense de Madrid, 2008).

Los objetivos de la industria alimentaria, unidos a la necesidad de encontrar una manera de eliminar la elevada proporción de subproductos y efluentes que constituyen un problema debido a su inútil acumulación y un mayor coste en la gestión de su eliminación, abren la posibilidad de la reutilización de estos subproductos en la obtención de ingredientes funcionales (Memoria de Inmaculada Mateos, Universidad Complutense de Madrid, 2008).

Hay que destacar el potencial de subproductos seleccionados como una fuente de compuestos funcionales. Indudablemente, los alimentos funcionales representan una parte importante innovadora y de rápido crecimiento de mercado de alimentos. Sin embargo, su diseño y la composición de los compuestos bioactivos aislados de los subproductos, requieren la evaluación cuidadosa de los riesgos potenciales. Las investigaciones relacionadas con la estabilidad e interacción de fitoquímicos con otros ingredientes antes de comercializar el producto, ya que los alimentos funcionales están en el límite entre alimentos y los medicamentos, y su relación todavía resulta difícil. En cualquier caso, la protección del consumidor debe tener prioridad sobre intereses económicos (Schieber et al., 2002)

Tabla 3. Porcentaje de subproductos generados en diferentes sectores de la industria alimentaria en la Comunidad Económica Europea.

INDUSTRIA	SUBPRODUCTOS	PORCENTAJE TOTAL *
Cárnica (mataderos)	Sangre, vísceras, huesos, intestinos, piel, grasas, pelo y plumas.	30-52
Pesquera	Cabezas, vísceras, colas, piel, espinas y conchas.	30-75
Vegetales	Hojas, semillas, pieles, tallos y pulpa.	5-55
Láctea	Lactosuero	90
Oleaginosa	Hojas, orujo, goma y jabones.	40-70
Azucarera	Pulpa, melazas y levaduras	88

* Porcentaje de la cantidad total de materia prima que entra al proceso productivo.

1.2.1.- Principales subproductos de la industria agro-alimentaria.

● Subproductos de la pesca.

Proteínas: éstas son muy digeribles y de gran calidad nutricional, por lo que se desarrolló, por ejemplo el procesado de surimi y otros procesos para extraer proteínas nativas e hidrolizados proteicos, con el fin de mejorar el uso de estos recursos pesqueros. Además, de la importancia nutricional, las proteínas poseen propiedades funcionales de gran interés en la industria alimentaria. Sin embargo, a través del control del proceso de hidrólisis enzimática es posible obtener péptidos con características funcionales.

Aceites: los cuales destacan por su elevado contenido en ácidos grasos omega 3 y vitaminas liposolubles. Estos ácidos grasos pueden desempeñar un papel protector en enfermedades inflamatorias, síndrome metabólico, prevención de diabetes tipo II, control de peso, etc., debido a las características estructurales de los triglicéridos de estos aceites, creados por los ácidos grasos omega 3 y la localización de éstos en la molécula de glicerol, pueden tener un efecto determinante en la posibilidad de los ácidos grasos implicados y sus potenciales beneficios para la salud. Por ejemplo, el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosapentaenoico (DHA) de los aceites de pescado son interesantes para la producción de lípidos estructurales, siendo estos utilizados cada vez en un mayor número de productos.

Los principales retos en el campo de los lípidos de pescado se encuentran en la reducción de vertidos al mar, mejoras logísticas, mejoras en la manipulación y desarrollo de métodos de procesado menos agresivos destinados a obtener una mayor producción de aceites de pescado que puedan ser utilizados directamente para consumo humano u otros productos.

Quitosano: la quitina y el quitosano se fabrican industrialmente a partir de los desechos de crustáceos. Tras su extracción, la quitina se convierte en una sustancia más preparada para su uso, llamada quitosano, la cual tiene muchas otras utilidades comerciales dentro de las industrias de tratamiento de aguas, cosmética, alimentación y farmacia.

Por otro lado, las proteínas de los subproductos del procesado de crustáceos se desechan durante la preparación convencional del quitosano, las cuales se pueden hidrolizar por medio de enzimas disponibles comercialmente y recuperadas como un hidrolizado proteico con alto contenido de aminoácidos esenciales antes de que las conchas sean procesadas a quitosano.

Colágeno y mucopolisacáridos: ambos obtenidos a partir del cartílago presente en los subproductos pesqueros. Son sustancias efectivas en el tratamiento de la osteoartritis y el reumatismo. Hoy en día, la industria utiliza el cartílago de subproductos procedentes del ganado vacuno y porcino para fabricar condroitina para suplementos dietéticos.

● **Subproductos cárnicos.**

El crecimiento económico de un país va acompañado de un incremento en el consumo de proteínas de origen animal. Esto ha provocado un desmesurado crecimiento de residuos que supera el 50% del peso inicial, con una gran diversidad de características físicas y químicas.

Aproximadamente la mitad de la carne que llega en la actualidad a los mataderos no es aprovechada para el consumo humano, sino que se convierte en subproductos cárnicos o despojos. Por ello, el oportuno tratamiento de estos residuos de la industria cárnica genera excelentes oportunidades de negocio, energéticas y ambientales, pudiendo convertirse los restos cárnicos en harinas y grasas. Uno de los ejemplos de industria del sector cárnico que trabaja activamente en el aprovechamiento de subproductos es la avícola, ya que el rendimiento del procesamiento del pollo es aproximadamente del 75%, es decir, que 500 gramos de cada 2 kilogramos de ave, pueden ser clasificados como subproductos del procesamiento;

Harina de subproductos de pollo: incluyen una mezcla de sangre, residuos y plumas, en sus proporciones naturales, que se han fundido y desecado. Se emplean fundamentalmente en alimentos para animales de compañía (conlleva un proceso más complejo que otras harinas, pero el producto final es más equilibrado) y sirven como reemplazo de la harina de pescado en alimentos acuícolas.

En cuanto al contenido proteico de estos productos, el procesado de refinado elimina las proteínas de mala calidad y el exceso de cenizas que suele encontrarse en las harinas de pollo y de subproductos de pollo típicas. Esto hace que las proteínas sean más digeribles. Debido a que los órganos internos son una fuente rica en nutrientes, la harina de subproductos de pollo contiene órganos internos que agregan valor nutricional al alimento.

La grasa: la grasa del ave se extrae de los subproductos y es generalmente más oscura y de menor calidad que la de vacuno, cerdo o cordero. Contiene más energía por unidad de peso que cualquier otro ingrediente. Su uso en los piensos permite la elaboración de piensos ricos en energía con los beneficios asociados a un mejor índice de conversión, una mejor aceptabilidad y un control completo del polvo. Las grasas, además de formar parte de piensos para el ganado y las aves, también se utilizan en la elaboración de jabones y como fuente de glicerol y ácidos grasos en una amplia variedad de aplicaciones industriales, así como para alimentación humana, industrias cárnicas o platos precocinados. El aceite que se obtiene es una excelente fuente de energía que mejora la aceptabilidad de los piensos para animales de compañía.

● **Subproductos hortofrutícolas.**

La producción hortofrutícola genera una gran cantidad de subproductos vegetales de invernadero, que se estiman alrededor de las 800000 toneladas/año de materia vegetal fresca, lo que representa un importante problema ambiental. Dichos subproductos podrían ser utilizados para la extracción de distintos ingredientes funcionales o no, de aplicación en la industria alimentaria. Dentro de las materias primas de la industria alimentaria, las frutas y vegetales se caracterizan por ser las que mayores residuos generan. Estos subproductos contienen valiosas sustancias como: azúcares, ácidos orgánicos, sustancias colorantes, proteínas, aceites y vitaminas, entre otras que pueden ser de interés en las industrias: alimentaria, farmacéutica, química y cosmética, fundamentalmente. Por ejemplo, los flavonoides ejercen efectos beneficiosos sobre la salud humana, entre los que destacan: antialérgico, antiinflamatorio, antiviral, anticancerígeno o antioxidante.

En lo referente al aprovechamiento de los subproductos en este sector, son muchos los estudios realizados, todos ellos dirigidos a su utilización en la elaboración de múltiples matrices alimentarias y en la obtención de concentrados proteicos para animales.

Esta industria genera cantidades considerables de subproductos constituidos por piel y semillas, que contienen cantidades importantes de compuestos beneficiosos para la salud, entre ellos por ejemplo:

Proteína: alto contenido de proteína cruda que puede mejorar la calidad proteica de los alimentos.

Lycopeno: es un pigmento vegetal, soluble en grasas, que aporta el color rojo característico a los tomates, y en menor cantidad, a otras frutas y verduras. Puede utilizarse por su aporte de carotenoides y de otros antioxidantes, ya que la sinergia del licopeno, del betacaroteno y de los fitoesteroles, dan lugar a una protección natural contra algunas enfermedades. El licopeno en estudios clínicos ha ayudado a mejorar problemas de salud de la próstata, del corazón y de la piel. La investigación demuestra que la bio-disponibilidad de los fitonutrientes en el tomate aumenta si en el proceso de extracción se utiliza la pulpa, la piel y los aceites naturales del tomate. Esta combinación del proceso y de la dispersión en aceite del tomate considera la alta bio-disponibilidad del licopeno y el resultado es un producto nutricional de calidad farmacéutica.

Fibra dietética: diferentes estudios revelan que numerosos productos hortofrutícolas presentan un alto contenido en fibra dietética. Esta es utilizada por la industria alimentaria desde hace varias décadas, como agente texturizante y, gracias a sus atributos y propiedades benéficas sobre el funcionamiento del tracto gastrointestinal, es considerada un componente esencial en la dieta, utilizándose para enriquecer diferentes matrices alimentarias.

Por otra parte, está demostrado el efecto de la fibra dietética presente en el residuo industrial de diferentes productos hortofrutícolas sobre la absorción de glucosa y el colesterol sérico en ratas. Los resultados indican que la misma, al ser incorporada en la dieta a distintos niveles, tiene un efecto beneficioso sobre la respuesta glicémica y el nivel del colesterol sérico, lo cual hace factible su utilización como fuente de fibra dietética para el enriquecimiento de productos alimenticios.

La viabilidad de utilizar la fibra procedente de la corteza de frutas para mejorar el valor nutritivo de diversos alimentos, como hamburguesas y yogurt es otro de los ejemplos de la investigación alimentaria en los que confluyen dos objetivos de enorme interés actual: el aprovechamiento de subproductos alimentarios y el desarrollo de alimentos funcionales.

Antioxidantes: la idea es extraer de estos subproductos los compuestos polifenólicos que poseen por su capacidad antioxidante. En base a esta capacidad, los extractos podrían ser empleados como conservantes alimenticios o como suplementos en la dieta para la prevención de determinadas enfermedades como cáncer, disfunción cerebral u otras disfunciones degenerativas, donde su eficacia ha sido ya demostrada.

Los subproductos de transformados vegetales tienen un alto contenido en humedad lo que implica dificultades para el almacenamiento, por ello el consumo debe ser rápido con el fin de evitar problemas de fermentación. Por otro lado el transporte del subproducto con niveles de humedad elevados, aumenta el coste del mismo. Por tanto estos subproductos pueden utilizarse como ingredientes naturales, que contribuyen a conservar el alimento y que, además, presentan propiedades antioxidantes.

Por todo lo analizado anteriormente, podemos afirmar que el aprovechamiento de lo que hasta ahora se consideraban desechos dentro de la industria agroalimentaria y la creación de alimentos funcionales que respondan a las nuevas demandas de los consumidores son los principales retos que afronta este sector, competitivo y en constante movimiento. Esto conlleva a que, en las empresas alimentarias, los departamentos de I+D+I cada vez sean más relevantes, no solo por la necesidad de las mismas de desarrollar nuevos productos, sino por suponer una optimización de la producción a partir del aprovechamiento de sus subproductos y una reducción del impacto medioambiental.

1.2.2.- Ingredientes funcionales obtenidos a partir de los subproductos.

En los últimos años, gran parte de la población ha tomado conciencia sobre la importancia de llevar alimentación saludable. Debido a esto, se han generado en el mercado nuevos productos enfocados a brindarnos beneficios adicionales. Una variedad de estos productos son los llamados alimentos funcionales. Por otro lado, el envejecimiento de la población y los problemas de obesidad han llevado a la existencia de los nuevos problemas nutricionales, lo que explica el interés creciente de los consumidores por los efectos beneficiosos sobre la salud que desempeñan algunos alimentos específicos.

La actividad fisiológica de ciertos compuestos alimentarios han llevado al desarrollo de un gran número de estos alimentos, sin embargo, en Europa este campo está dominado por una gama limitada de productos funcionales. Las principales tendencias de la mayoría de los productos funcionales son lácteos y cereales para el desayuno y en general alimentos con aportes de Omega 3 y 6, fibra o antioxidantes, o bien que ayuden a combatir problemas como el colesterol o a mantener la línea con productos bajos en calorías.

Como observamos a diario en los lineales de los supermercados, los recientes avances tecnológicos han permitido que la producción industrial de alimentos sea capaz de responder a las exigencias que conllevan los diversos cambios aparecidos en la sociedad y en su modo de alimentarse; pero, sobre todo, han hecho posible atender de modo adecuado la preocupación actual por las consecuencias del binomio “alimentación-salud”, ofertando alimentos que, además de su función nutricional, muestran beneficios saludables para los consumidores. De este modo, el progresivo interés de los consumidores por la influencia de la dieta en la salud ha conducido a la industria alimentaria al diseño de nuevos productos e ingredientes con propiedades específicas. Pero no debemos olvidar que la producción de dichos productos debe estar orientada hacia el mercado de consumo con la elaboración de alimentos funcionales, saludables y en sintonía con las preferencias de los consumidores.

Concretamente, la industria agroalimentaria y las empresas biotecnológicas especializadas en esta área no solo han sido capaces de ofrecer productos con características muy específicas, sino que también han desarrollado sistemas de extracción de compuestos bioactivos, como por

ejemplo, utilizando como materia prima, ricas en éstos, los subproductos generados por el sector. Posteriormente, las sustancias bioactivas obtenidas se pueden añadir al alimento funcional.

Pero no debemos olvidar que los subproductos que se obtienen de la industria alimentaria son fuentes valiosas de componentes que pueden tener un uso potencial no solo en alimentos, sino también en fármacos, acuicultura, cosmética, agricultura e industria en general.

Así, la obtención de ingredientes funcionales a partir de los subproductos debe completarse como una oportunidad para la reducción de costes, incremento de la disponibilidad y posible comercialización de nuevos compuestos a partir de otros de los que a priori no se pretendía obtener beneficio alguno, sino todo lo contrario, suponían un coste importante al empresario.

Por tanto, por motivos nutricionales, tecnológicos, ecológicos y económicos es urgente utilizar íntegramente los recursos alimentarios disponibles a través de la conversión de los subproductos de la industria como desechos de fileteado, corte, destrío, residuos de productos enlatados, congelados, deshidratados, etc.

1.2.3.- Aplicaciones industriales.

Numerosos procesos internos dentro del amplio engranaje productivo generan residuos intermedios que pueden tratarse con bajos niveles de inversión y pueden reutilizarse. En el caso de las empresas de alimentos puede incluso derivarse una línea de subproductos que minimice los vertimientos o la generación de residuos sólidos, aumentando los niveles de productividad de la empresa.

Algunos casos prácticos de aplicaciones industriales de los subproductos son:

- **Procesamiento del suero en la industria láctea.** Este es un producto que generalmente se considera residuo y es vertido a las fuentes de agua sin algún tratamiento previo. Dada su composición de proteínas, grasa y carbohidratos (lactosa), es un sustrato ideal para procesos fermentativos y de obtención de otros productos, principalmente queso ricotta, aunque también hay avances en la producción de etanol (por fermentación con *Kluyveromyces fragilis*), procesos de desmineralización, hidrólisis de lactosa y producción de metano.

- **Subproductos de la industria cárnica (en la etapa de sacrificio).** Se estima que el porcentaje de productos de desecho de la industria cárnica oscila entre el 10% (en el caso de pollos) y el 50% (para vacunos hembra). Esto significa que hay una gran cantidad de residuos que podrían tener un eventual uso alternativo como estrategia para una producción más limpia. En la siguiente tabla se resumen los destinos de los residuos de las operaciones de

sacrificio y eviscerado contándose entre ellos: huesos, vísceras torácicas, vísceras abdominales, sangre, cabezas (con o sin cuernos), patas con cascos, órganos genitales, grasa perirrenal y escrotal, contenido ruminal, líquidos corporales y plumas. Estos pueden emplearse como materia prima para otros productos como : harina de sangre pura, sangre coagulada, sangre seca molida, contenido ruminal seco, harina forrajera, aceites y harinas animales.

Tabla 4. Destino habitual de los subproductos del sacrificio de ganado.

SUBPRODUCTOS	UTILIZADOS EN
Huesos, pieles y tejido conectivo	Gelatinas para alimentación humana, alimentación animal, sector farmacéutico, industria fotográfica.
Mezcla de huesos y recortes cárnicos	Alimentación humana y animal, cosmética, industria farmacéutica, productos técnicos.
Despojos y recortes cárnicos	Alimentación de animales de compañía, productos farmacéuticos.

De la sangre resultante de sacrificio de ganado puede obtenerse globina y plasma en un proceso rentable como medio de aprovechamiento de subproductos.

- **Aceites de cítricos.** La industria de los cítricos (naranja, limón, mandarina, pomelos, toronjas), genera un residuo constante representado en las cáscaras. Tradicionalmente se hacen tratamientos para extracción de pectina del albedo, que se emplea como gelificante en otras industrias, pero muchas empresas simplemente desechan las cáscaras por medios tradicionales. Las técnicas de extracción de aceites esenciales, además de ofrecer una alternativa adicional de aprovechamiento del producto para fines comerciales, disminuyen la carga de compuestos hidrófobos en las aguas residuales, entre otras clases de descargas de residuos. Se emplean técnicas de arrastre con vapor de agua, presión de frío, destilación e incluso extracción supercrítica.

- **Biomasa de la industria de oleaginosas.** El empleo de la biomasa resultante de los residuos del procesamiento del aceite de palma como fuente de energía, representa para esta industria una alternativa novedosa, económica y limpia para el manejo de los desechos. Por ejemplo manejando sistemas de combustión de biomasa se tiene una emisión de 16gr de CO₂/kWh, frente a valores de 600gr CO₂/kWh cuando se emplea gas o 1100gr CO₂/kWh, cuando se emplea carbón minera.

- **Biodiesel.** Como combustible es un producto que puede reemplazar al diesel ordinario obtenido del petróleo. Se compone principalmente de ésteres metílicos de ácidos grasos. Se obtiene de aceites vegetales mediante

esterificación de ácidos grasos libres o transesterificación de los triacilglicerolos presentes. Es una alternativa viable y limpia para el manejo de residuos de la industria de las oleaginosas o de los productos procesados por fritura al momento de desechar los aceites empleados.

• **Industria pesquera.** Los residuos sólidos de la industria del pescado pueden aprovecharse para la elaboración de numerosos subproductos, estos residuos están constituidos por proteínas, lípidos, carbohidratos, nitrógeno no proteico y minerales, entre otros. De ellos puede obtenerse:

- Harina de pescado: Para alimentación animal.
- Pastas de pescado: Para alimentación humana.
- Aceites de pescado: Son ricos en ácidos grasos omega-3, se emplean para alimentación humana en dietas especiales.
- Ensilados e hidrolizados: Para alimentación animal.
- Concentrados de proteínas de pescados: Para alimentación humana.
- Alimentos para animales de compañía: Se comercializan directamente los preparados para alimentación de mascotas.
- Alimentos húmedos: Para alimentación de otros peces (salmones y truchas) y animales de pelo (visones).
- Derivados del tejido conectivo: Para aplicaciones cosméticas.
- Quitina y quitosano: Resinas de intercambio iónico, membranas de diálisis, cromatografía, cicatrizante, espesante, lentes de contacto y clarificante, entre otros.
- Otros productos: Insulina, proteasas, astaxantina (colorante para la dieta de los salmones), esteroides, protamina (retarda la absorción de la insulina), escamas (para bisutería), cueros (tiburón y mamíferos).

1.3. Carne y productos cárnicos.

La carne fresca, por su composición química y por su elevada actividad de agua, es un producto altamente perecedero. La vida útil de la carne fresca es muy corta.

En la antigüedad, el hombre ya conocía que los alimentos se deterioraban si no se consumían rápidamente y para evitarlo se vio obligado a idear formas para ampliar la vida útil de los mismos. Así, observó que la conservación de la carne se prolongaba si después de picarla se mezclaba con sal e hierbas aromáticas y se desecaba tras su embutido, proporcionando un producto de sabor muy agradable.

Este tipo de alimentos se ha diversificado y extendido por todo el mundo y se podría decir que hay tantos tipos de embutidos como áreas geográficas. La fabricación de embutidos crudos curados representa una parte importante de la industria cárnica, siendo su mayor área de influencia los países mediterráneos.

Se consideran productos y derivados cárnicos aquellos productos alimenticios preparados total o parcialmente con carne, despojos o grasas y subproductos comestibles, procedentes de los animales de abasto u otras especies y, en su caso, ingredientes de origen vegetal o animal, así como condimentos, especias y aditivos autorizados.

A lo largo de la historia se han ido desarrollando nuevos productos con sabores y texturas característicos un poco como respuesta a las necesidades de cada zona geográfica; así, los productos cocidos se desarrollaron en el norte de Europa donde las condiciones climáticas permitían su conservación y almacenamiento, mientras que los embutidos crudos curados son más característicos de la Europa meridional ya que son productos más estables a temperaturas moderadas. Actualmente, la elaboración de productos cárnicos se considera una tecnología altamente sofisticada en la que las innovaciones en la ingeniería mecánica, la imaginación del fabricante y la investigación tanto de centros públicos como privados hacen de los productos cárnicos un sector con un gran futuro.

Básicamente los productos cárnicos pueden clasificarse en 5 grupos principales:

- Productos cárnicos frescos.
- Productos cárnicos crudos adobados.
- Productos cárnicos tratados por el calor.
- Embutidos crudos curados.
- Salazones cárnicas.

1.3.1. Papel nutricional de la dieta española.

La dieta media de los españoles, siguiendo en general el patrón mediterráneo, se caracteriza por un alto consumo de alimentos de origen vegetal que, en conjunto, constituyen más de la mitad de la dieta y un consumo moderado de lácteos, carnes y pescados que garantiza, entre otros, el aporte de aquellos nutrientes/no nutrientes que sólo se encuentran en los alimentos de origen animal (Carbajal & Ortega, 2001).

El aspecto más positivo y la mejor garantía de equilibrio nutricional es el gran número y variedad de alimentos que forman parte de nuestros hábitos alimentarios. Los que aportan el 95% de la energía total son 115 y, entre ellos, se encuentran las carnes de pollo, vacuno, cerdo y cordero, jamón de York y chorizo (FEN, Fundación Española de la Nutrición, 2005).

Desde 1964 se ha producido un importante aumento en el consumo de carne, mucho mayor que el de cualquier otro grupo de alimentos, especialmente de pollo que en 1964 era tan sólo 14gramos/día (Tabla 5). Quizá, el pollo, junto con el yogur, sean, entre todos los alimentos que forman parte habitual de nuestra dieta, los que ha experimentado el mayor aumento. Junto con este aumento, han disminuido otros alimentos como pan, patatas y

legumbres. Actualmente, la ingesta media de carne es de 185 gramos (2003). El consumo alcanzó un máximo en 1992 (190gramos). La crisis alimentaria relacionada con la carne de vacuno parece haber modificado el comportamiento del consumidor dirigiendo la elección hacia carnes con certificado de garantía (MAPA, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación 2002).

Tabla 5. Evolución del consumo de carne en España. Datos de ENNA- Estudios Nacionales de Nutrición y Alimentación (*), y MAPA (gramos/persona y día).

	1994 (*)	1981 (*)	1987	1988	1989	1990	1991	1991 (*)	1992	1993
Total carne y derivados	77	179	183	186	181	181	189	187	190	184
Vacuno	20	31	30	28	28	26	27	32	28	30
Pollo	14	59	56	54	51	49	50	58	50	51
Cerdo	6	32	26	28	29	26	27	29	25	25
Cordero	14	11	11	12	11	10	11	13	12	11
Embutidos	16	33	39	43	42	46	49	39	50	45

	1994 (*)	1981 (*)	1987	1988	1989	1990	1991	1991 (*)	1992	1993
Total carne y derivados	176	168	173	181	179	178	180	179	186	185
Vacuno	29	27	27	26	26	26	-	17	21	27,4
Pollo	47	44	44	43	45	44	-	40	41	46,8
Cerdo	24	24	27	32	34	35	+	34	33	37,3
Cordero	10	9,6	8,8	9	8,8	8,5	-	8,1	8,5	9,9
Embutidos	44	43	47	50	44	44	-	32	33	41,7

En España, el consumo medio es muy diferente según las distintas variables que condicionan los hábitos alimentarios. Las mayores variaciones regionales se deben al tipo de carne consumida más que a la cantidad (máximo: Castilla y León, 218 gramos y mínimo: Canarias, 112 gramos (Tabla 6)). La carne de cerdo se consume predominantemente en Galicia, Extremadura y Castilla y León; el cordero en Aragón y La Rioja; el vacuno en las zonas de pastos del norte: Galicia, Cantabria y Asturias; y el pollo en la Comunidad Valenciana, Castilla- La Mancha y Andalucía. El pollo es uno de los alimentos más homogéneos de nuestra dieta (de 31 a 75 gramos en 1991).

Estas diferencias prácticamente se han mantenido hasta la actualidad (MAPA, 1999).

La población, con sus importantes cambios sociales, ha tenido un gran impacto en los hábitos alimentarios. En España, al aumentar el tamaño del municipio, se produce, igual que ocurre con el nivel de ingresos, una disminución de algunos alimentos, entre ellos de carne. Al producirse esta moderada ingesta de carnes magras, repercute positivamente en el consiguiente menor aporte de grasa saturada y colesterol y contribuye además a un adecuado aporte de aquellos nutrientes que sólo se encuentran, o presentan una mejor calidad en los alimentos de origen animal (Tabla 6). La tendencia actual a consumir menor cantidad de energía puede comprometer la ingesta de algunos nutrientes, poniendo de nuevo de relieve la importancia de la densidad nutritiva de la carne. Además, no hay que olvidar otros aspectos básicos en la preparación de una dieta saludable y en su cumplimiento como la palatabilidad, variedad, posibilidades gastronómicas o comodidad de uso, todas ellas características de este grupo de alimentos (FEN, 2005).

Tabla 6. Aporte nutricional de la carne en España facilitado por ENNA, Estudios Nacionales de Nutrición y Alimentación.

	Ingesta total en España	Aporte de 187gr de carne	Aporte de la carne a la ingesta total (%)
Energía (kcal)	2634	392	14,9
Proteína (g) (1)	94	30,5	32,6
Lípidos (g)	121	29,8	23,9
AGS (g) *	35	11,6	33,1
AGM (g) **	55	13,0	23,6
AGP (g) ***	20	2,4	12
Colesterol (mg)	440	175	39,8
Hierro (mg)	14,2	3,1	21,1
Magnesio (mg)	309	28,6	9,3
Cinc (mg)	11,4	3,1	27
Sodio (mg)	2300	713	31
Tiamina (mg)	1,46	0,45	31
Riboflavina (mg)	1,8	0,38	22
Eq. Niacina (mg)	34,2	13,7	40
VitaminaB6 (mg)	1,54	0,39	25
Retinol (µg)	686	414	60
VitaminaB12(µg)	8,3	4,4	53

(1) El incremento en el consumo de alimentos de origen animal, ha mejorado sensiblemente la calidad de la proteína (0,48 en 1964 y 0,67 en 1991). Procede de carne (32,6%), cereales (20,4%), lácteos (17,5%), pescados (10%), verduras (6%) y leguminosas (4,5%), entre otros.

- * AGS: Ácidos Grasos Saturados.
- ** AGM: Ácidos Grasos Monoinsaturados.
- *** AGP: Ácidos Grasos Poliinsaturados.

1.3.2. Productos cárnicos funcionales.

El principal atributo sensorial en la carne para consumo directo es la retención de agua, asociada a la jugosidad y ésta, a la vez, a la suavidad o terneza (Bouton y Harris, 1973). En productos cárnicos elaborados, si bien la jugosidad es una propiedad importante, también lo son otras propiedades como la gelificación, la emulsión y la cohesión, las cuales permiten producir alimentos con características sensoriales y físicas determinadas (Damodaran, 1994)

Por otro lado, muchos ingredientes proteicos, como los concentrados y aislados se extraen, purifican parcialmente y concentran a partir de alimentos hasta tener un contenido final de 60% a 90% de proteína (Graser y Pearson, 1999), y se emplean como aditivos para mejorar las propiedades funcionales.

Las propiedades funcionales se definen como las propiedades físicas o químicas de las macromoléculas que afectan su comportamiento en sistemas alimentarios, durante su preparación, procesamiento, almacenamiento y consumo, y que contribuyen a la calidad y características sensoriales del alimento. Las proteínas son, junto con los carbohidratos y los lípidos, las estructuras y componentes principales de los alimentos y, por tanto, contribuyen a la calidad y atributos sensoriales (Smith y Culbertson, 2000). Aunque hay muchas propiedades funcionales en los alimentos, las más importantes en productos cárnicos son retención de agua, solubilidad, gelificación y emulsificación; sin embargo, más de una propiedad funcional está presente en un sistema. Las propiedades fisicoquímicas de las proteínas se pueden alterar debido a condiciones ambientales, de proceso y por interacciones con otros ingredientes (Dobraszczyk y Vicent, 1999).

La carne y los productos cárnicos son componentes esenciales en la dieta de los países desarrollados, por esta razón, el sector está luchando para conseguir la incorporación, con éxito, de productos funcionales en nuestro mercado. El fin que persigue la industria cárnica es desarrollar y ofrecer una amplia gama de este tipo de productos, que satisfagan las necesidades nutritivas básicas del consumidor, además de aportar efectos beneficiosos y/o preventivos de diversas enfermedades (Golberdg, 1994).

Para obtener carne o derivados cárnicos con propiedades funcionales, el alimento se tiene que ver condicionado por la presencia de determinados compuestos de forma natural o adicionándolos, hasta los niveles óptimos. Las estrategias llevadas a cabo para la obtención y desarrollo de carnes y derivados cárnicos funcionales pueden ser genéticas, nutricionales y tecnológicas (Jiménez- Colmenero, 1996). Son las siguientes:

A. Según la producción animal:

Se basa en la mejora genética (con técnicas de selección de razas) y en el cambio de la alimentación y nutrición de los animales, consiguiendo de esta manera la modificación de la composición de la carne en vivo. Con todo esto, se pretende conseguir una reducción en el contenido lipídico de la carne, modificando su composición en ácidos grasos e incrementando los niveles de vitamina E, con el fin de obtener una carne mucho más saludable, con menor presencia de grasas. La composición de la carne no solo depende de las especies, razas o alimentación del animal, sino también de la edad, o el sexo del animal. Debido a las técnicas mencionadas anteriormente, se han conseguido resultados espectaculares en este campo, por ejemplo, la reducción de grasas hasta de un 30% en porcino, 15% en vacuno y 10% en ovino.

B. Dependiendo de la transformación de las materias primas cárnicas:

Es una técnica basada en la modificación de la composición lipídica, bien por métodos tradicionales, eliminando grasa de forma manual, o bien por técnicas físico-químicas complejas de extracción de grasa, dependiendo del grado de grasas presente.

C. En procesos de reformulación de derivados cárnicos:

Es una estrategia claramente tecnológica, en la que se realizan cambios en la formulación de derivados cárnicos y en su procesado, modificando así su composición y desarrollando una amplia gama de productos con propiedades específicas. Se usan compuestos bioactivos de carácter endógeno (antioxidantes, ácidos grasos, péptidos, etc.) e ingredientes funcionales de carácter exógeno (fibra, lípidos, proteínas, etc.). Este tipo de productos debe cumplir aspectos nutricionales, sensoriales, y de seguridad alimentaria.

De esta forma, actualmente podemos encontrar en el mercado una gran variedad de productos cárnicos funcionales con características como menor contenido energético, mejor calidad de su grasa, diferente calidad aminoacídica, mayor contenido de fibra e incluso modificados en sus micronutrientes.

Aún así, después de todo lo expuesto, cabe destacar que los alimentos funcionales son recomendados para el disfrute de una buena salud previniendo de ciertas enfermedades, pero no se deben de consumir para sustituir por la medicación recomendada ya que el único objetivo de esta serie de alimentos funcionales es aumentar la relación del beneficio-riesgo.

1.4. Justificación del trabajo.

Los sistemas de producción y procesamiento de la chufa originan numerosas pérdidas durante su recolección, almacenamiento y acondicionamiento para su venta al público. Estos subproductos son generalmente desechados o utilizados para la alimentación animal. La no utilización de los mismos en la alimentación humana constituye una importante pérdida económica debido a su gran riqueza en fibra dietética además de otros compuestos bioactivos de gran valor añadido.

Los cambios en el estilo de vida de la sociedad de hoy influyen mucho en las preferencias y necesidades alimentarias de la población. Los consumidores demandan cada vez más alimentos de larga vida útil y de rápida preparación, despertando también cada vez más interés los alimentos que aportan beneficios para la salud.

Los productos cárnicos son alimentos con gran aceptación por parte del consumidor. Este tipo de alimentos son ricos en proteínas y grasas, pero deficiente en carbohidratos, como la fibra dietética.

Por lo tanto, este trabajo surge como una opción al aprovechamiento industrial de los subproductos de la chufa, en la elaboración de un producto cárnico, tipo hamburguesas de carne de cerdo.

2. Objetivos.

En primer lugar, el objetivo general es elaborar un producto cárnico, tipo hamburguesas de carne de cerdo, añadiendo como ingrediente el extracto sólido de chufa que queda después de preparar la horchata.

Como objetivos particulares podemos destacar los siguientes:

- Caracterizar química y fisicoquímicamente el extracto sólido de chufa que queda tras la elaboración de la horchata de chufa.
- Determinar las propiedades funcionales (tecnológicas) del extracto de chufa obtenido para su aplicación en productos cárnicos.
- Evaluar la viabilidad de la incorporación del extracto de chufa a un producto cárnico tipo hamburguesas de carne de cerdo.
- Caracterizar química y fisicoquímicamente las hamburguesas elaboradas con la adición y sin ella del extracto de chufa.
- Estudiar, instrumentalmente, la textura de las mortadelas fabricadas con y sin adición del extracto de chufa.
- Analizar las propiedades sensoriales de las hamburguesas elaboradas.

3. Materiales y métodos.

3.1. Preparación de la fibra de la chufa.

Los subproductos de la horchata (Denominación de Origen Protegida (DOP) Chufa de Valencia) se obtuvieron directamente de una industria local (Horchatera Navia en Pilar de la Horadada, Alicante, España) y transportados en condiciones de refrigeración para PAI (Grupo de Investigación Planta Piloto en la Universidad Miguel Hernández (Orihuela, Alicante, España)). Estos subproductos son útiles presionando mediante un filtro de tejido para eliminar el agua residual. El material sólido (es decir, la fibra de la chufa, debido a su alto contenido de fibra dietética) se introdujo en bolsas al vacío de 2 kg y se congeló inmediatamente a -30°C. Cuando fué necesario, las bolsas fueron colocadas a 4°C durante 24horas para descongelarlas.

3.2. Fabricación de hamburguesas.

Se cogieron de cada lote anterior, tres repeticiones independientes en el Grupo de Investigación PAI, Planta Piloto de la Universidad Miguel Hernández. Se utilizó una fórmula tradicional para obtener una pasta base tal como (los porcentajes de ingredientes no cárnicos están relacionados con el 100% de carne): 55% de carne de magra de cerdo, 45% tocino de cerdo, 18% (w/w) de agua (en hielo), el 1.5% (w/w) de cloruro de sodio, 0.2% de pimienta blanca. Esta mezcla se dividió en lotes con diferentes concentraciones de fibra de chufa (0%, 5%, 10% y 15%). Dichas concentraciones fueron seleccionadas siguiendo el punto de vista de los resultados obtenidos en los ensayos anteriores que indicaban que cuando la fibra de chufa se añadía en una concentración superior al 15% se obtuvieron problemas tecnológicos y sensoriales que hicieron que el producto fuese inviable.

Para obtener la pasta base, se molieron una serie de trozos de carne de cerdo a través de una placa de 5mm (Olotinox, Olox, España) en una picadora adjunta a un mezclador (CATO, 114, Sabadell, España) y luego se añadió el agua, la sal y la pimienta en un bol con una espiral tipo gancho a una velocidad de 80rpm durante 5 minutos. A cada tratamiento se le añadió la proporción correspondiente de la fibra de chufa para ser mezclado de nuevo todo durante 5 minutos más. Esta mezcla se formó utilizando una máquina para hamburguesas comercial (9cm de diámetro interno) para que fueran aproximadamente de 70 gramos y 1cm de grosor. Los envases de plástico se utilizan para ayudar a mantener la forma de las hamburguesas antes de que sean embaladas en cajas forradas de PVC herméticas y almacenadas a 4°C.



Todas las determinaciones realizadas se hicieron inmediatamente después de su elaboración (muestras en crudo) y después de cocinar (muestras cocidas).

3.3 Análisis inmediato de las hamburguesas.

Se utilizaron los métodos AOAC (AOAC, 1995) para determinar la humedad, las cenizas, proteínas y grasas de nuestras hamburguesas. La humedad (gr de agua/ 100gr de muestra) se determinó mediante el secado de una muestra de 3 gramos a 100°C a la constante de peso. Para las cenizas (gr de cenizas/ 100gr de muestra) se llevó a cabo a 500°C durante 5 horas. Las proteínas (gr de proteína/ 100gr de muestra) se analizaron de acuerdo al Método Kjeldahl. Se utilizó el factor 6.25 para la conversión del nitrógeno en proteína cruda. La grasa (gr de grasa/ 100gr de muestra) se calculó según la pérdida de peso después de 6 ciclos con éter de petróleo en un aparato Soxhlet.

3.4. Características de cocción.

Se cocinaron cinco hamburguesas de cada concentración en un horno de convección a 150°C (Balay Activa 505, BSH Electrodomésticos España S.A., Pamplona, España) con núcleo de 72°C. Después del cocinado, las

hamburguesas se dejan enfriar a 21°C durante 1 hora, antes de proceder a su ponderación. La temperatura interna de las hamburguesas se determinó mediante la inserción de termopares en el centro geométrico de éstas conectados a un medidor de temperatura (Comark Electronics, Ltd., Littlehampton, Reino Unido). El peso, el espesor y el diámetro de tres hamburguesas de cada lote se midieron a temperatura ambiente antes y después de cocinar. Para estimar los cambios de su dimensión, la reducción del diámetro, y el aumento del espesor, se calculó a partir de las siguientes ecuaciones.

$$\% \text{ Reducción de Diámetro} = \frac{(\text{diámetro crudo} - \text{diámetro cocido}) \times 100}{\text{diámetro crudo}}$$

$$\% \text{ Incremento del Espesor} = \frac{(\text{Espesor crudo} - \text{Espesor cocido}) \times 100}{\text{Espesor crudo}}$$

Para estimar la cantidad de grasa, retención de humedad en las muestras y el rendimiento de cocción, fueron realizados los siguientes cálculos.

$$\% \text{ Retención de grasa} = \frac{\text{Peso cocido} \times \text{grasa hamburguesa cocida} \times 100}{\text{Peso crudo} \times \text{grasa hamburguesa cruda}}$$

3.5. Análisis fisico-químico de las hamburguesas.

3.5.1. Ph

El ph se midió a través de la suspensión resultante entre la fusión de una muestra de 15 gramos con 150 ml de agua desionizada durante 2 minutos con un ph- metro (Modelo Ph/Ion 510, Eutech Instrumentos Pte. Ltd., Singapur)

3.5.2. Actividad de agua.

La actividad de agua (aw) se midió a 25°C con un aparato Novasina- TH 500 Higrómetro (Novasina, Axair Ltd., Pfaeffikon, Suiza).

3.5.3. Determinaciones de color.

El color se evaluó sosteniendo las muestras durante 5 minutos antes de las mediciones con un espectrofotómetro (CM-2600D, cámara Minolta Co., Osaka, Japón) con iluminante D65, 10 observadores, Difuso 0/modo, 8mm

de apertura del aparato para la iluminación y 8mm para la medición. El color fue descrito con las siguientes coordenadas: Luminosidad (L^*), enrojecimiento (a^* , \pm rojo - verde) y amarillez (b^* , \pm amarillo - azul). A partir de estas coordenadas el tono (H^*) y el croma (C^*) se calcularon con las siguientes fórmulas:

$$\text{Tono } (H^*) = \tan^{-1} (b^*/a^*) \quad \text{Croma } (C^*) = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

Se hicieron nueve repeticiones de cada muestra siguiendo las directrices de medición de color según la Asociación Científica Americana de Carne (Hunt et al., 1991)

3.5.4. Análisis de texturas.

El análisis de perfil de Textura (TPA) fue realizado en muestras crudas y cocinadas a 4 ± 1 °C con un Analizador de Textura TA-XT2 (Sistemas Estables Micro, Surrey, el Reino Unido) siguiendo los procedimientos de la Asociación de Ciencia de Carne americana (AMSA) (Claus, 1995). Muestras cúbicas (1x 1x 1 cm) fueron cortadas de hamburguesas y sometidas a una prueba de compresión de dos ciclos. Las muestras fueron comprimidas al 70 % de su altura original con una sonda cilíndrica de 10 cm de diámetro en una carga de compresión de 25 kilogramos, y una velocidad de cruceta de 20 cm/minutos. El perfil de los parámetros de textura fue determinado siguiendo las descripciones de Bourne (1978) e interpretado como sigue. La dureza (en kilogramo) es la fuerza máxima requerida para comprimir la muestra; la coherencia es el grado al cual la muestra podría ser deformada antes de la ruptura (A_2/A_1), siendo A_1 la energía total requerida para la primera compresión y A_2 el total de energía requerida para la segunda compresión; la elasticidad (en cm) es la capacidad de la muestra de recuperar su forma original después de que la fuerza de deformación es quitada; gomoso (el kilogramo) es la fuerza para desintegrarse una muestra de carne semisólida para tragar (dureza x coherencia) y cauchutoso (kg x cm) es el trabajo requerido para masticar la muestra al tragar (elasticidad x gomosidad).

3.5.5. Análisis sensorial de las hamburguesas.

Cinco hamburguesas de diferentes concentraciones fueron cocinadas como lo descrito anteriormente, y mantenidas calientes en un horno hasta las pruebas de entre 3-8 minutos. Miembros del jurado experimentados (20) fueron reclutados del personal y los estudiantes de Miguel Hernández la Universidad, Orihuela, Alicante, España. Los protocolos para el análisis sensorial fueron aprobados por el Comité de Ética local para la Investigación Clínica (ECCR Vega Baja Hospital, Orihuela, Alicante). Los miembros del jurado fueron escogidos sobre la base de la experiencia anterior en el consumo de hamburguesas tradicionales. Además, una sesión preparatoria tuvo lugar antes de las pruebas, de modo que cada comité pudiera hablar a fondo y clarificar cada cualidad para ser evaluado en la hamburguesa. Las pruebas fueron iniciadas después de que el miembro del jurado estuviera de acuerdo sobre los descriptores. Un análisis cuantitativo descriptivo fue realizado (IFT,

1981). Todo el trabajo sensorial fue realizado en el laboratorio sensorial - el oratorio en la Universidad, que realiza exigencias según las normas internacionales (ASTM, 1986). Durante la evaluación los miembros del jurado fueron situados en cabinas privadas bajo TL 5 luz fluorescente (la Philips-Ibérica, Madrid, España), con una intensidad de aproximadamente 350 luxes. Fue cortado del centro de hamburguesas pedazos rectangulares de aproximadamente 1.5x2cm, y fue servido a tempera ambiente (ASTM, 1988). Cada miembro del jurado evaluó tres reproducciones de todas las fórmulas; la orden de presentación de la muestra era aleatoria para cada miembro del jurado. Proporcionaron el agua del grifo entre las muestras para limpiar el paladar. Los atributos medidos y sus descriptores son como siguen: para "evaluación externa ": intensidad en color (de sumamente claro a sumamente oscuro) y resplandor (de opaco a brillante): para "gusto": untuosidad (de imperceptible a sumamente intenso), sabor (de imperceptible a sumamente intenso) e intensidad de gusto (de imperceptible a sumamente intenso): para "textura":cauchutoso (de imperceptible sumamente masticable), granularidad (de imperceptible a sumamente granulado) jugoso (de sumamente seco a sumamente húmedo). Al final de la prueba, pidieron a miembros del jurado dar una puntuación para la aceptabilidad total del producto de 0 a 7.

3.5.6. Análisis estadístico.

El Análisis de variancia (ANOVA) fue usado para determinar diferencias significativas ($P < 0.05$) entre concentraciones de fibra de chufa y entre el estado de muestras (la materia prima y cocinado). Para evaluar diferencias entre los niveles del factor de concentración de fibra de chufa (el 0 %, el 5 %, el 10 % y el 15 % en fibra de chufa) o el factor de estado de muestras (la materia prima y cocinado), fueron usados los contrastes entre las medias (Tukey test). Los análisis estadísticos fueron realizados usando SPSS 16.0 para Windows (SPSS la S.A., Chicago, EE.UU.).

4. Resultados y discusión

4.1. El efecto de la fibra de chufa sobre las características de las hamburguesas de carne de cerdo.

Los resultados de composición química de las hamburguesas se presentan en la tabla 7.

Tabla 7. Composición aproximada de las hamburguesas de carne de cerdo (crudas y cocidas) formuladas con diferentes niveles de fibra de chufa.

Hamburguesas crudas				
	Control	Fibra chufa 5%	Fibra chufa 10%	Fibra chufa 15%
Humedad	53,85ax	51,11bx	50,11bx	49,86bx
Grasas	26,67ax	26,00ax	24,80bx	23,51bx
Proteínas	15,35ax	15,18ax	14,81ax	14,46ax
Cenizas	1,74ax	1,93bx	2,09bx	2,10bx
DF	-	2,10ax	3,99bx	5,45cx

Hamburguesas cocidas				
	Control	Fibra chufa 5%	Fibra chufa 10%	Fibra chufa 15%
Humedad	45,26ay	42,48by	41,48by	41,64by
Grasas	30,46ay	28,23by	27,56by	25,55cy
Proteínas	19,94ay	19,60ay	17,80by	17,01by
Cenizas	2,67cy	2,89by	3,05by	3,38ay
DF	-	3,98cy	6,14by	7,10ay

a-c, para cada grupo (crudas o cocidas), significa que dentro de una fila con diferentes letras son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

x-y, por la misma fórmula, Medias con letras distintas de hamburguesas crudas o cocidas son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

La diferencia en la composición de los tratamientos diferentes es solo atribuida por la suma de la fibra de chufa añadida a la misma mezcla base. La presencia de fibra de chufa en cualquier concentración no hizo modificación

($P > 0.05$) al contenido de proteína. Las hamburguesas con fibra de chufa añadido en cualquier concentración mostraron el contenido de ceniza más alto y menor contenido de humedad ($P < 0.05$) que la muestras de control. Las hamburguesas con el 10 % y el 15 % de fibra de chufa añadido mostraron el contenido de grasas inferior ($P < 0.05$) que las hamburguesas controladas y hamburguesas con el 5 % de fibra de chufa, sin diferencias entre ellas ($P > 0.05$). En vista del contenido de DF de las hamburguesas con fibra de chufa añadido y basado en la regulación de la comisión europea sobre la nutrición y la salud las alegaciones sobre productos de alimentación (CE, 2006), las siguientes alegaciones alimenticias podría ser incluida en la etiqueta de las hamburguesas: la hamburguesa con el 10 % añadido que podrían etiquetar fibra de chufa como " la fuente de fibra ", y hamburguesas con el 15 % añadido de fibra de chufa como " el alimento rico en fibras". Ninguna declaración alimenticia (relacionado con el contenido de fibra) podría ser aplicado a las hamburguesas con el 5 % de fibra de chufa añadido. Esto es de gran interés porque es bien sabido que la dieta rica en fibra proporciona muchos beneficios saludables, como antes ha sido expuesta, y esta declaración alimenticia podría animar a consumidores a comprar el producto. Sin embargo, aunque parámetros alimenticios sean un factor importante en el juicio del consumidor en la calidad de alimentos (Norton & Sun, 2008), los consumidores muestran rechazo a cambiar sus hábitos dietéticos. Así, esto sugiere que hay un mercado considerable para productos de alimentación con frecuencia consumidos, como las carnes, que han sido reformuladas para incorporar estos recomendados cambios dietéticos.

Ningunas diferencias fueron observadas en la actividad de agua y el pH entre la fórmula de hamburguesa diferente (tabla 8).

Tabla 8. pH, actividad de agua y color, propiedades de hamburguesas de carne de cerdo (crudas y cocidas) formuladas con diferentes niveles de fibra de chufa.

Hamburguesas crudas				
	Control	Fibra chufa 5%	Fibra chufa 10%	Fibra chufa 15%
pH	6,20 ax	6,20 ax	6,16 ay	6,18 ay
Actividad de agua	0,99 ax	0,99 ax	0,99 ax	0,99 ax
Luminosidad (L*)	52,12 bx	52,23 bx	56,97 ax	57,27 ax
Enrojecimiento (a*)	6,68 ay	6,53 ay	5,96 by	4,57 cy
Amarillez (b*)	14,36 dy	15,68 cx	16,18 bx	17,47 ax
Croma (C*)	15,45 dy	16,93 cy	17,52 bx	18,69 ax
Hue (H*)	64,02 cx	68,35 bx	69,37 bx	72,87 ax

Hamburguesas cocidas				
	Control	Fibra chufa 5%	Fibra chufa 10%	Fibra chufa 15%
pH	6,37 ax	6,38 ax	6,38 ax	6,40 ax
Actividad de agua	0,99 ay	0,97 ay	0,98 ay	0,98 ay
Luminosidad (L*)	50,67 cy	52,51 bx	57,57 ax	56,99 ax
Enrojecimiento (a*)	8,18 ax	8,85 ax	7,80 bx	5,34 cx
Amarillez (b*)	15,57 ax	15,85 ax	15,75 ax	15,25 ay
Croma (C*)	17,98 ax	18,15 ax	17,57 ax	16,15 by
Hue (H*)	62,28 by	60,80 by	63,65 by	70,70 ay

a-c, para cada grupo (crudas o cocidas), significa que dentro de una fila con diferentes letras son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

x-y, por la misma fórmula, Medias con letras distintas de hamburguesas crudas o cocidas son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Resultados similares para la actividad de agua han sido relatados en otros productos de carne cuando los tipos diferentes de fibra dietética fueron añadidos (Alesson-Carbonell et al., 2005a, 2005b; Besbes et al., 2008). Esto puede ser atribuido a la actividad similar de agua de la fibra y la mezcla de carne. Sánchez-Zapata et al. (2009) hizo un informe sobre la actividad de agua de 0.99 ± 0.00 para la fibra de chufa, que es muy similar a la actividad de agua de hamburguesa de control (0.99 ± 0.01). El comportamiento de actividad de agua era similar que el de pH, el pH presentado para la fibra de chufa (6.73 ± 0.03 ; Sánchez-Zapata et al., 2009) no modificó el pH de las hamburguesas.

Los parámetros de color de hamburguesas de carne de cerdo formuladas con el aumento de los niveles de fibra de chufa se muestran en la tabla 8. La adición de fibra de chufa de más del 5 % en formulaciones de hamburguesa, causó más brillantez (L*) (luminosidad) con valores más altos que aquellos de control y formulaciones de fibra de chufa del 5 % ($P < 0.05$). El aumento en la adición de fibra decreció la coordenada (a*) y aumentó la amarillez (la b*) ($P < 0.05$). Estos resultados pueden ser debido a la cantidad más alta de componentes amarillos de la chufa que permaneció en los subproductos de la producción de "horchata". Resultados similares han sido relatados por Alesson-Carbonell et al. (2005a) en hamburguesas añadidas con el limón albedo, ingrediente que también tiene una gran cantidad de componentes amarillos. Un aumento significativo de los croma (la saturación) y valores de ángulo de matiz fue observado con la adición de fibra de chufa en formulaciones de hamburguesa de carne de cerdo.

La Tabla 9 muestra el efecto de la fibra de chufa sobre las propiedades de textura de las hamburguesas de carne de cerdo crudas. Todos los parámetros texturales estudiados estaban bajo la influencia de la adición de la fibra de chufa, excepto la dureza. La gomosidad, y la coherencia descendió ($P < 0.05$) cuando la fibra de chufa fue añadida. Varios autores han reseñado que la adición de ingredientes no cárnicos a la carne golpea la disminución, la coherencia y gomosidad de estos productos de carne (Alesson-Carbonell et al., 2005b; Desmond, Troy, & Buckley, 1998). La masticabilidad y la elasticidad aumentó cuando la fibra de chufa fue añadida ($P < 0.05$) con diferencias entre las distintas concentraciones. El aumento de la elasticidad era sólo significativo ($P < 0.05$) cuando más del 5 % de fibra de chufa fue añadida, mientras una concentración de fibra de chufa más alta que el 10 % era significativamente necesaria en el aumento de la masticabilidad. Dependiendo la cantidad y tipo de fibra, resultados polémicos han sido relatados sobre parámetros texturales. Por ejemplo, tanto el endurecimiento como el ablandamiento han sido observados cuando la fibra es añadida a varios productos de carne. Thebaudin et al. (1997) y Fernández-Ginés, Fernández-López, Sayas-Barberá, Sendra, y Pérez-Álvarez (2004) divulgó que debido a la capacidad obligatoria del agua y sus propiedades para la hinchazón, fibras insolubles pueden influir en la textura de alimentos (la fibra de chufa empleada en este estudio tenía 59.71 g/100 g el peso seco de fibra dietética, y principalmente fue compuesta por la fibra insoluble dietética; Sánchez-Zapata et al., 2009). La fibra insoluble puede aumentar la consistencia de productos de carne a través de la formación de una red insoluble de tridimensional (Backers & Noli, 1997) capaz de modificar las propiedades reológicas de la fase continua de emulsiones. En mortadelas fue añadido con la fibra de soja, (Cofrades, Guerra, Carballo, Fernández-Martín, y Jiménez-Colmenero (2000)) divulgaron que este fenómeno era dependiente del nivel de grasa, pero a diferencia del hallazgo de pérdida por cocción, la influencia de la fibra añadida sobre la dureza y masticabilidad era mayor cuando el contenido de grasa era más alto (efectos interactivos).

Tabla 9. Parámetros de textura de las hamburguesas de carne de cerdo crudas y cocidas, con diferentes niveles de fibra de chufa añadidos.

Hamburguesas crudas				
	Control	Fibra chufa 5%	Fibra chufa 10%	Fibra chufa 15%
Dureza (N)	0,31 ax	0,31 ax	0,31 ax	0,30 ax
Gomosidad (N)	0,10 ax	0,09 bx	0,09 bx	0,09 bx
Elasticidad (mm)	642,54	620,12 cx	737,74 bx	876,33 ax
Cohesión	0,33 ax	0,29 bx	0,30 bx	0,26 cx
Masticabilidad (Nxmm)	66,81 bx	66,37 bx	66,80 bx	71,29 ax

Hamburguesas cocidas				
	Control	Fibra chufa 5%	Fibra chufa 10%	Fibra chufa 15%
Dureza (N)	21,601 ay	20,465 ay	19,077 ay	16,439 by
Gomosidad (N)	5,19 ay	4,89 ay	4,52 ay	3,82 by
Elasticidad (mm)	5,30 by	5,14 by	6,07 ay	6,36 ay
Cohesión	0,24 ay	0,24 ay	0,23 ay	0,23 ay
Masticabilidad (Nxmm)	27,48 ay	27,26 ay	28,90 ay	28,97 ay

a-c, para cada grupo (crudas o cocidas), significa que dentro de una fila con diferentes letras son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

x-y, por la misma fórmula, Medias con letras distintas de hamburguesas crudas o cocidas son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

4.2. Efecto de la fibra de chufa en las características de cocción de las hamburguesas de carne de cerdo.

La exudación durante el proceso de cocinado es un cambio dramático de productos de carne con el alto contenido de humedad ($>$ el 75 %) y representa pérdidas económicas, alteraciones del valor nutricional del producto debido a la liberación de vitaminas solubles y aminoácidos, y tiene efectos negativos sobre la textura y jugosidad (Bochi, Weber, Ribeiro, Victório, y Emanuelli, 2008). El proceso de cocinado condujo a la evaporación de agua y a la migración de lípido en hamburguesas de carne de cerdo, y la intensidad de estos cambios afecta a la aceptación de producto. La humedad y la retención de grasa están relacionadas con la capacidad de la matriz de proteína de conservar el agua y ligar la grasa. El rendimiento de cocción, la grasa y la retención de humedad fueron medidas (tabla 10) para determinar la influencia de añadir la fibra de chufa en la hamburguesa de carne de cerdo. En comparación con la muestra de control, las hamburguesas de carne de cerdo formuladas con fibra de chufa (en cualquier concentración) demostró un aumento del rendimiento de cocción y la grasa y la retención de humedad ($P < 0.05$). Estos cambios aumentaron con la concentración de fibra de chufa hasta el 10 %; las hamburguesas de carne de cerdo con el 15 % añadido mostraron similar ($P > 0.05$) rendimiento de cocción y la grasa y la retención de humedad que hamburguesas con el 5 % de fibra de chufa añadida. De hecho, las hamburguesas de control mostraron la pérdida de cocción más alta ($P < 0.05$). Esto podría ser atribuido a la alta pérdida de humedad y grasa durante la cocción. Las fibras dietéticas disminuyeron la pérdida de cocción debido a su alta capacidad de guardar la humedad y la grasa en la matriz. Esta declaración es apoyada por varios autores que usaron los tipos diferentes de fibra en la formulación de

hamburguesa de ternera: el estudio de Alesson-Carbonell, Fernández-López, Pérez-Alvarez, y Kuri (2005b) sobre la incorporación de fibras de limón Albedo, Turhan, Sagir, y Ustin (2005) sobre la incorporación de fibras de avellana y Besbes et al. (2008) sobre la incorporación sobre guisante y fibras de trigo. Estas conclusiones indican que la adición de fibra de chufa causa cambios deseables en las características de cocción de hamburguesas de carne de cerdo, sugiriendo que la textura y jugosidad de productos posiblemente fuera mejorada. Los resultados de los rendimientos de cocción y la retención de humedad eran similares a aquellos hechos para hamburguesas de ternera añadidas con el limón albedo, mientras la retención de grasa era algo más alta (Alesson-Carbonell et al., 2005b).

Tabla 10. Características de cocción de hamburguesas de carne de cerdo producida con diferentes niveles de chufa fibra.

Parámetros	Control	Fibra chufa 5%	Fibra chufa 10%	Fibra chufa 15%
Rendimiento (%)	80,20 a	89,59 b	92,34 c	92,64 c
Retención de Grasa (%)	74,79 a	85,05 b	89,66 c	92,68 c
Retención de Humedad (%)	68,71 a	76,01 b	82,78 c	83,51 c
Reducción de Diámetro (%)	15,61 a	15,53 b	8,82 c	7, 92 c
Incremento de Espesor (%)	10,20 a	8,33 b	5,66 c	4,50 c

a-d, significa dentro de una fila con diferentes letras son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

Los cambios dimensionales son importantes en el mantenimiento de las normas de calidad de hamburguesas vinculadas a las reacciones potenciales negativas de los consumidores debido a la imagen negativa de agua excesiva añadida. Por lo tanto el impacto de ingredientes añadidos en cambios dimensionales debe ser evaluado. Las hamburguesas de carne de cerdo de control mostraron más reducción del diámetro ($P < 0,05$) después de la cocción que las hamburguesas de carne de cerdo con fibra de chufa añadida (tabla 10). La reducción del diámetro se disminuyó considerablemente ($P < 0,05$) hasta que alcanzó el 10 % el nivel de fibra de chufa. La reducción del diámetro es el resultado del desnaturalización de proteínas de carne con la pérdida del agua y la grasa (Besbes et al., 2008; Farouk, Hall, & Swan, 2000). La adicción de la fibra de chufa podría contribuir a la reducción de este fenómeno debido a sus capacidades de agua y grasas obligatorias (8.01 ± 0.19 agua/g de g TNP y 6.92 ± 0.26 aceite/g de g TNP; Sánchez-Zapata et al., 2009). Este efecto sobre

la reducción de diámetro también ha sido relatado por otros autores (Alesson-Carbonell et al., 2005a, 2005b, 2006; Besbes et al., 2008; Turhan, Sagir, y Ustin, 2005) para concentrados de fibra diferentes, aunque en todos los casos los valores relatados fueran más altos que en nuestro estudio.

Como en el caso de reducción de diámetro, el más alto "aumento de grosor" ($P < 0.05$) fue observado en hamburguesas de carne de cerdo de control. Las muestras formuladas con el 15 % y el 10 % tenían el más bajo "aumento de grosor" ($P < 0.05$) sin diferencias entre ellos ($P > 0.05$). Este comportamiento podría ser atribuido a la obligación y a la estabilización de las propiedades de la fibra de chufa, que restringió la distorsión del producto en el momento de cocción.

4.3. El efecto de la fibra de chufa sobre las características de hamburguesas de carne de cerdo cocinadas.

Se observó una disminución significativa de humedad debido al proceso de cocción de hamburguesas de carne de cerdo (tabla 7). Esta pérdida de humedad dio como resultado un aumento de otras sustancias nutritivas en hamburguesas cocinadas. Como antes ha sido descrito, las hamburguesas con fibra de chufa añadido mostraron la grasa más baja y la menor pérdida de humedad ($P < 0.05$) debido a la capacidad de agua de retención de grasa atribuida a este tipo de fibra (Sánchez-Zapata et al., 2009). Es importante resaltar que, después de la cocción, podrían etiquetar hamburguesas con fibra de chufa añadida con la declaración siguiente alimentaria (CE, 2006), que es diferente que el propuesto para la hamburguesas crudas: una vez cocidas, las hamburguesas con el 5 % de fibra de chufa podrían etiquetarse como " fuente de fibra ", y hamburguesas con el 10 % y el 15 % de fibra de chufa como " el alimento rico en fibras".

Durante el calentamiento de productos cárnicos ocurren varias reacciones, incluida la reacción Maillard, la proteína desnaturalizada, y pérdida de grasa y agua y estas reacciones son responsables del cambio del gusto y el color de productos cocinados (Fennema, 1996). Los productos de alimentación con la diferente composición pueden tener diferentes comportamientos durante la cocción. También, los cambios en color inducidos por el proceso de cocinado podrían enmascarar algunos cambios indeseables en el color provocados por la formulación. De ahí, es importante evaluar el efecto del proceso que cocinado sobre el color en el proceso de la hamburguesa de carne de cerdo.

Generalmente el color después de la cocción era considerablemente diferente ($P < 0.05$). Las muestras de control se hicieron más oscuras, más rojas y más amarillas como consecuencia de la cocción (tabla 8). Algunos autores han divulgado que la reducción de ligereza durante el proceso de cocción en los productos cárnicos podría ser relacionada con los cambios en los estados de la mioglobina (el Mb) y también a la liberación del agua (Hunt et al., 1991). También probablemente la formación de reacción Maillard y los

productos de combustión durante el calentamiento tienen un papel importante. La disminución en valores de ligereza ($P < 0.05$) observado en muestras de control después de la cocción no fueron mostradas cuando la fibra de chufa fue añadida (en cualquier concentración). El comportamiento de la L^* en hamburguesas cocinadas con fibra de chufa podría ser debido a los componentes blancos en fibra de chufa, a su integridad estructural durante el tratamiento térmico y también a su contenido en agua. El proceso de cocinado no hizo modificación en las diferencias de valores de rojez observados en hamburguesas crudas debido a la presencia de la fibra de chufa. Para todas las formulaciones, las hamburguesas cocinadas eran más rojas ($P < 0.05$) que las hamburguesas crudas. El Croma y valores de amarillez en hamburguesas cocinadas mostró un comportamiento similar. En ambos casos, el aumento de rojez, chroma y de amarillez mostrados en las muestras de control debido al proceso que cocinado fueron enmascaradas cuando fue añadida la fibra de chufa (en general en altas concentraciones). Por esta razón, las diferencias de los valores C^* y b^* ($P < 0.05$) mostrados en hamburguesas crudas debido a la adición de la fibra de chufa desaparecieron cuando las hamburguesas fueron cocinadas. Los valores de matiz en hamburguesas cocinadas mostraron un comportamiento inverso que los valores a^* (en todas las muestras los valores H^* disminuyeron ($P < 0.05$) debido al proceso de cocinado). Se puede notar que algunos cambios en color observados en hamburguesas crudas atribuidos a la adición de dicha fibra fueron enmascarados después de ser cocinados.

La textura de la carne cocinada se considera generalmente afectada por cambios inducidos por calor del tejido conectivo, proteínas solubles y proteínas miofibrilares (Zayas y Naewbanij, 1986). En productos de carne pulverizados, sin embargo, los atributos de esta textura están cercanamente relacionados con la funcionalidad de proteínas de músculo, en particular, su formación de gel y las propiedades de emulsificación que están influenciadas por la presencia de ingredientes no cárnicos (Coggins, 2007). Dependiendo de la cantidad y tipo de fibra, han sido relatados resultados polémicos sobre los parámetros texturales. Por ejemplo, tanto el endurecimiento como el ablandamiento han sido observados cuando la fibra es añadida a varios productos cárnicos cocinados (Fernández-Ginés, Fernández - López, Sayas-Barberá, Sendra, & Pérez-Alvarez, 2003; García, Caceres, & Selgas, 2007; Thebaudin et al., 1997). Thebaudin et al. (1997) divulgó que debido a su agua la capacidad obligatoria y propiedades que se hinchan, fibras insolubles pueden influir en la textura de alimentos. La fibra de chufa tenía una cantidad importante de fibra insoluble dietética (el 99.8 %) (Sánchez-Zapata et al., 2009).

En este caso, los cambios de textura inducidos por calor eran mucho más sustanciales que los cambios inducidos por la fibra de chufa. Como puede ser visto en la tabla 3, el proceso de cocinado aumentó ($P < 0.05$) la dureza y gomosidad, y disminuyó ($P < 0.05$) la elasticidad, la coherencia y la masticabilidad en todas las hamburguesas, independientemente de la cantidad de fibra de chufa añadida.

La Gomosidad y la elasticidad en hamburguesas cocinadas fueron afectadas por la adición de fibra de chufa en una forma similar que en hamburguesas frescas, aunque con diferencias dependiendo de la cantidad de

dicha fibra añadida. La gomosidad en hamburguesas cocinadas se disminuyó ($P < 0.05$) cuando fue añadido esta fibra, pero la elasticidad aumentó ($P < 0.05$). Es importante notar que en hamburguesas cocinadas tales diferencias donde sólo fué significativo cuando una cantidad más alta de fibra de chufa estuvo presente comparada en hamburguesas crudas. Cohesividad y masticabilidad en hamburguesas cocinadas mostró un comportamiento completamente diferente: las diferencias descubiertas en hamburguesas frescas relacionadas con la adición de fibra de chufa desaparecieron cuando las hamburguesas fueron cocinadas ($P > 0.05$). Por contra, aunque no había ningunas diferencias de la dureza en hamburguesas crudas ($P > 0.05$), esto fue detestado en hamburguesas cocinadas. En este caso la adición de las altas cantidades de fibra (el 15 %) redujo la dureza ($P < 0.05$) comparado con control. Resultados similares en la dureza han sido relatados por García et al. (2007) en carne cocinada de salchichas añadidas con las cantidades diferentes de melocotón, manzana y fibra de naranja. La adición de fibra dietética parece interrumpir el agua de la proteína o la red de gel de proteína de proteína, que favorece una disminución en la fuerza de gel del producto (Lin, Keeton, Gilchrist, & Cross, 1988). El efecto observado sobre la textura de hamburguesas cocinadas indica que el proceso de cocción enmascaró algunos cambios debido a la cantidad de fibra de chufa añadida, que antes fue testado en hamburguesas frescas.

Todas las muestras aumentaron los valores de pH ($P < 0.05$) después de la cocción debido a la adición de fibra de chufa sin diferencias entre ellos ($P > 0.05$) (tabla 8). Este aumento del pH debido al proceso de cocción ha sido atribuido a la capacidad amortiguadora de la descomposición celular y libre de grasa (Shweigert, 1994).

Todas las muestras se disminuyeron A_w ($P < 0.05$) después de la cocción debido a la adición de fibra de chufa (tabla 8). Esta disminución en A_w debido al proceso de cocinado es relacionada con la disminución en la humedad.

Así pues, podemos resumir los rasgos sensoriales para hamburguesas de carne de cerdo cocinadas con niveles de fibra de chufa diferentes. La adición de fibra (en cualquier concentración como se dijo) no afectó ($P > 0.05$) la intensidad de gusto, la luminosidad y la masticabilidad de hamburguesas de carne de cerdo. Los resultados sensoriales de la masticabilidad están de acuerdo con la evaluación de la textura instrumental (la tabla 9). La luminosidad no condujo a diferencias las puntuaciones sensoriales aún cuando ellas fueran detectadas por el análisis instrumental (la ligereza) (la tabla 8). El sabor, la jugosidad y la percepción de untuosidad se disminuyó ($P < 0.05$) cuando el fue añadida la fibra de chufa. La disminución en la jugosidad y la untuosidad puede ser relacionada con la grasa más baja y el contenido de humedad en la hamburguesa con fibra (la tabla 7). Fernández-Ginés et al. (2003) divulgó una disminución en la percepción de jugosidad en salchichas cocinadas con añadido la fibra de naranja que fue atribuida a la capacidad que retención agua de la fibra de naranja. La disminución en la percepción de sabor (el sabor a carne) en hamburguesas con fibra de chufa fue atribuida por algún miembro del jurado a la percepción leve a chufa. La perfección de granularidad y la intensidad de color aumentaron ($P < 0.05$) cuando había fibra de chufa. Las

puntuaciones de la intensidad en el color están conformes con los valores instrumentales de matiz (la tabla 8). Las hamburguesas con el 10 % y el 15 % en fibra de chufa mostraron los más altos valores de H^* ($P < 0.05$) y las más altas puntuaciones de intensidad de color ($P < 0.05$). El matiz es el parámetro instrumental de color que ha sido comparado con la percepción subjetiva de color en productos de cárnicos (Channon, Walker, & Baud, 2004). Finalmente, es importante acentuar que, aunque algunas diferencias habían sido descubiertas por el miembro del jurado en algunos atributos evaluados, todas las hamburguesas fueron puntuadas altas en la aceptabilidad total. Esto indica que los miembros del jurado fácilmente consumirían cualquiera de ellos, independientemente de la cantidad de fibra de chufa añadida. Se podría destacar que las hamburguesas con el 15 % en fibra de chufa añadida, fue puntuada ligeramente más baja que otras opciones, aunque no fueron observadas ninguna diferencias.

5. Conclusiones.

Las hamburguesas de Carne de cerdo que contienen la fibra de chufa (hasta el 15 %) tienen el valor más alto alimenticio (el contenido de fibra más alto, principalmente fibra dietética insoluble) mayor nivel nutricional (mayor rendimiento de cocción y menores cambios dimensionales, debido a la capacidad obligatoria al agua y aceite de fibra de chufa) y la misma aceptación de las hamburguesas de control. La utilización de subproductos de chufa para la elaboración de "horchata" en la formulación de hamburguesas de carne de cerdo parece ser una alternativa valiosa como subproducto de tratamiento y puede dar lugar a productos de carne con una gran aceptación y el alto valor nutricional.

BIBLIOGRAFÍA:

- Bouton, P.E y Harris, P.V. 1973. A comparison of some objective methods to assess meat tenderness. *Journal of Food Science* 37: 218-221.
- Carbajal, A., & Ortega, R. (2001). «La dieta mediterránea como modelo de dieta prudente y saludable». *Rev. Chilena Nut.*, 28: 224-236.
- Damodaran, S. 1994. Structure- function relationship of food proteins. En: *Protein Functionality in Food Systems*. N. Hettiarachchy y G.R. Ziegler (Eds.). Marcel Dekker, Nueva York.
- Dobraszczyk, B.J. y Vicent, J.F.V. 1999. Measurement of mechanical properties of food materials in relation to texture: the materials approach. En: *Food Texture, Measurement and Perception*. A.J. Rosenthal (Ed.). Aspen Publishers Inc., Gaithersburg, Maryland.
- ENNA, Estudios Nacionales de Nutrición y Alimentación.
- Fernández-Ginés, J. M., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, M. E., Sendra, E., & Pérez-Alvarez, J. A. (2003). Effects of storage conditions on quality characteristics of bologna sausages made with citrus fibre. *Journal of Food Science*, 68, 710–715.
- Fernández-Ginés, J. M., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, M. E., Sendra, E., & Pérez-Alvarez, J. A. (2004). Lemon albedo as a new source of dietary fibre: Application to bologna sausage. *Meat Science*, 67, 7–13.
- Fernández-López, J., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., Navarro, C., & Pérez-Alvarez, J. A. (2008). Physico-chemical and microbiological profiles of “salchichón” (Spanish dry-fermented sausage) enriched with orange fiber. *Meat Science*, 80, 410–417.
- Fernández-López, J., Viuda-Martos, M., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., Navarro, C., & Pérez-Alvarez, J. A. (2007). Orange fibre as potential functional ingredient for dry-cured sausages. *European Food Research & Technology*, 226, 1–6.
- FEN, Fundación Española de la Nutrición; Derivados cárnicos funcionales: estrategias y perspectivas, capítulo2)
<http://www.fen.org.es/imgPublicaciones/24-Derivados%20c%C3%A1rnicos.pdf>
- Figuerola, F., Hurtado, M. L., Estévez, A. M., Chiffelle, I., & Asenjo, F. (2005). Fiber concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fiber sources for food enrichment. *Food Chemistry*, 91, 395–401.
- García, M. L., Cáceres, E., & Selgas, M. D. (2007). Utilisation of fruit fibres in conventional and reduced-fat cooked-meat sausages. *Journal of the Science of Food & Agriculture*, 87, 624–631.

- García-Jiménez, J., Busto, J., Vicent, A., & Armengol, J. (2004). Control of *Dematophora necatrix* on *Cyperus esculentus* tubers by hot-water treatment. *Crop Protection*, 23, 619–623.
- Goldberg, I. (1994). *Functional Foods. Designer Foods, Pharmafoods, Nutraceuticals*, (ed. por I. Goldberg), pp. 3-16. Chapman & Hall, Londres.
- Hui, Guerrero, Rosmini (2006). *Ciencia y Tecnología de Carnes*. (Ed.) Limusa Noriega Editores.
- Jiménez Colmenero, F. (1996). Technologies for developing low-fat meat products. *Trends Food Sci. Technol.*, 7, 41-48.
- MAPA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). Dirección General de Alimentación. Panel de Consumo Alimentario. La alimentación en España. 1992/95/97/2001/02 y 2003.
- Memoria realizada por Inmaculada Mateos del departamento de Nutrición y Bromatología de la Universidad Complutense de Madrid, 2008. <http://eprints.ucm.es/8175/1/T30419.pdf>
- Página web: www.tigernuts.es/chufa_chufas_tigernut_tigernuts.html
- Sánchez-Zapata, E., Fuentes-Zaragoza, E., Fernández-López, J., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., Navarro, C., et al. (2009). Preparation of dietary fibre powder from tiger nuts (*Cyperus esculentus*) milk (“horchata”) by-products and its physicochemical properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 7719–7725.
- Smith, D.M. y Culberson, J.D. 2000. Proteins: functional properties. En: *Food Chemistry: Principles and Applications*. J. Scott- Smith (Ed.). Science Technology System, West Sacramento, California.

