

**OBJETIVO
DE
LA
FISICOCINA-QUIMICASERA:**

**¿CÓMO LOGRAR
LA QUE POSIBLEMENTE SEA
LA MEJOR PAPA FRITA DEL MUNDO?**



Autores:

Jose Manuel Rodríguez Rodríguez

Juan Navarro De Tuero

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
1. LA PAPA, ESA GRAN DESCONOCIDA.....	1
3. VARIEDAD Y PROCEDENCIA DE LAS PAPAS ANALIZADAS.....	4
4. CORTE, FORMA GEOMÉTRICA Y LONGITUD.....	5
5. TIPOS DE ACEITES UTILIZADOS EN LA FRITURA.....	6
6. VARIEDADES CON MAYOR Y MENOR CONTENIDO EN ALMIDÓN.....	7
7. CONTENIDO EN H ₂ O.....	9
8. ESTUDIO DE LAS CAPAS DE LA PAPA FRITA.....	10
9. ACEITOSIDAD DE LAS PAPAS FRITAS.....	14
10. ¿QUÉ ASPECTO PRESENTA UNA PAPA FRITA ?.....	14
11. ¿CUÁNDO SE AÑADE SAL?.....	15
12. FRITURA EN ACEITE DE OLIVA A 130°C Y 160°C CON Y SIN DESHIDRATACIÓN.....	15
13. ¿CUÁNTO TIEMPO PERMANECEN CALIENTES LAS PAPAS FRITAS?.....	16
14. ¿FREIDORA ELÉCTRICA O SARTÉN?.....	17
15. ¿PUEDES DEJAR PARA MAÑANA PAPAS CORTADAS QUE NO VAS A FREÍR HOY?.....	17
16. ¿CÓMO SE LOGRA OBTENER LA MATERIA PRIMA?.....	18
17. CONCLUSIONES.....	19
18. BIBLIOGRAFÍA.....	20

INTRODUCCIÓN

Determinar con rotundidad cuál es la mejor papa frita del mundo es perseguir un imposible; en cambio, proponer la que **posiblemente** sea la mejor, basándonos en el estudio de distintas variables encaja perfectamente en lo que podría ser una investigación científica curiosa.

¿Por dónde empezar? Lo primero es tener la papa, ¿pero qué variedad?, ¿influirá el lugar de cosecha? Seguimos avanzando. ¿Qué forma geométrica ha de tener? Pelada y cortada, ¿la llevamos directamente al recipiente de fritura o podría realizarse algún tipo de tratamiento previo que mejore el producto? El recipiente, ¿sartén o freidora eléctrica? ¿Qué aceite utilizar, oliva, girasol o semillas? ¿Cuál será la temperatura de fritura? ¿Cuánto tiempo las tendremos friéndose? ¿Cómo las podremos conseguir más o menos doraditas? ¿Existe riesgo de que se nos queden aceitosas? La sal, ¿cuándo la añadimos? Una vez fritas, ¿cuánto tiempo están calentitas? La investigación fue diseñada para ir respondiendo a todas estas preguntas, primero analizando las variedades y posteriormente centrándonos en el estudio de las condiciones de prefritura y fritura. Fue experiencia larga y laboriosa, pero todo un reto a la imaginación y una gran oportunidad para aplicar el método científico: formular la cuestión con precisión, proponer hipótesis, contrastar las hipótesis y comunicar las conclusiones.

1. LA PAPA, ESA GRAN DESCONOCIDA

La especie domesticada de papa más importante a nivel mundial es la *Solanum tuberosum* (Género: *Solanum*, Familia: *Solanáceas*). Es una herbácea que puede llegar a tener un metro de altura, se divide en dos subespecies: la *andígena* (necesita poco Sol para desarrollarse) presente en los Andes y la *tuberosum* extendida en todo el mundo. Tiene su origen hace 8000 años en las montañas del Perú. Los incas la domesticaron allá por el siglo V a.C., ellos le dieron el nombre de “papa”. En Canarias se ha conservado el uso de ese nombre mientras que en la Península se la conoce como *Patata*. Consultado el D.R.A.E¹ la palabra patata proviene de un cruce de las palabras *papa* y *batata*. El término *papa* también se aplica al tubérculo comestible de la planta, el cual es más conocido que la propia planta.



Solanum tuberosum

En la actualidad existen unas 7500 variedades de este cultivo, que presenta multitud de posibilidades obtenidas por selección y cruces. Fue traída a Europa por un español en el siglo

¹ **Diccionario de la Lengua Española (1992). Pág 1547. Madrid. Editorial Espasa Calpe**

En la actualidad existen unas 7500 variedades de este cultivo, que presenta multitud de posibilidades obtenidas por selección y cruces. Fue traída a Europa por un español en el siglo XVI, *Gonzalo Jiménez de Quesada* (1509-1579), la trajo a España como compensación por el oro que no pudo encontrar en el Perú. Pronto se vio que los marineros que las consumían no caían víctimas del escorbuto debido a su contenido en vitamina C. Este tubérculo se adaptó con rapidez a las condiciones del viejo continente y pronto se convirtió en alimento básico en una época de acelerado crecimiento demográfico. No obstante, el crédito por haber introducido este cultivo en Europa suele atribuirse a Antoine-Agustin Parmentier (1737-1813), un militar francés aficionado a la Botánica. Al parecer, empleó una estratagema para popularizar su uso: hizo que una guardia custodiase permanentemente su huerto de las afueras de París, aunque los soldados tenían órdenes de permitir el “robo” de los tubérculos. En efecto, las patatas fueron rápidamente robadas y sembradas en otros muchos huertos de Europa.

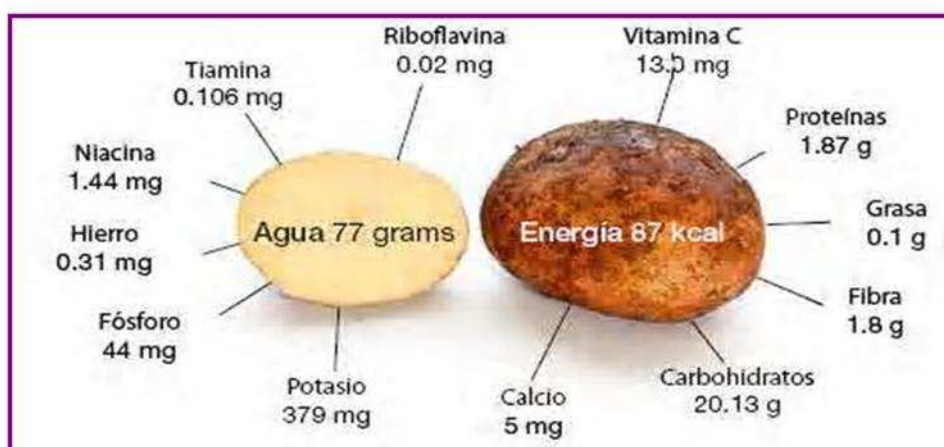


G. Jiménez de Quesada



Antoine-Agustin Parmentier

Representa el cuarto alimento básico del mundo, después del maíz, el trigo y el arroz, con una producción de más de 315 millones de toneladas en 2006¹. Según datos del Instituto Nacional de Estadísticas cada español consumió 32,1 Kg² en 2004. Tiene pocos nutrientes pero muchos carbohidratos, por lo cual son una buena fuente de energía. También tienen un gran contenido de vitamina C: una papa de tamaño medio contiene casi la mitad de la ingesta diaria recomendada.



Nutrientes de la papa (100 g. hervida y pelada).
Fuente: Dpt. De Agricultura EE.UU. Base de Datos Nacional de Nutrientes

¹Fuente: www.fao.org (3 Noviembre 2007)

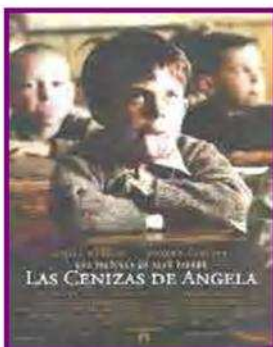
²Fuente: www.ine.es/revistas/cifraine/0504.pdf (15 Noviembre 2007)



La patata no ha tenido el reconocimiento adecuado por su contribución a la mejora de las condiciones de vida del ser humano. Es por ello por lo que la ONU en su resolución 60/191 de 22 de Diciembre de 2005³ decidía declarar el año 2008 Año Internacional de la Papa a instancias de la FAO. Este alimento ha salvado del hambre a muchas generaciones, países como Irlanda sufrieron una gran hambruna (1846) cuando los cultivos de patatas se vieron afectados por el hongo *Phytophthora infestans* reduciéndose la población en un 25% y provocando una gran

ola migratoria. La batalla contra el hambre que ha librado la patata la podemos ver en películas, *Las cenizas de Angela*⁴, en vídeos como *The Irish Famine*⁵, y también en documentales, *Los espigadores y la espigadora, dos años después*⁶. La patata ha sido motivo de inspiración para pintores como Vincent Van Gogh (1853-1890) y poetas de la calidad de Pablo Neruda (1904-1973), *Odas Elementales*⁷. Aparte de servir de alimento, el Almidón de la patata es utilizado por la industria farmacéutica, textil, de la madera, petroquímica y en los últimos años se ha convertido en un sustituto biodegradable del plástico poliestireno en la fabricación de bolsas.

Estrofas de la Oda a la Patata
Pablo Neruda (1955).



Cartel
Cinematográfico



Los comedores de patatas. Van Gogh
Ámsterdam Rijksmuseum Vincent Van Gogh

...Universal delicia,
no esperabas
mi canto,
porque eres sorda
y ciega
y enterrada.
Apenas
si hablas en el infierno
del aceite
o cantas
en las freiduras
de las papas

La patata en Octubre de 1995 se convirtió en el primer vegetal que se cultivó en el espacio a bordo de la nave espacial *Columbia*. También protagonizó guerras calientes, en 1939 el gobierno alemán acusó a los británicos de enviar una plaga a sus campos de papas para debilitar al Tercer Reich y guerras frías, en los años 50 los soviéticos

³ www.onu.org (26 de Diciembre 2007)

⁴ Parker, Alan (1999). *Las cenizas de Angela*. Distribuidor: Universal Fecha de salida DVD : 11/01/2006

⁵ http://teimagino.com/gran-hambruna-irlandesa-de-la-patata/ (20 Febrero 2008)

⁶ Agnes Vardá (2000). *Los espigadores y la Espigadora dos años después*. Distribuidor: Sherlock Films

⁷ Neruda, Pablo (1988). *Odas Elementales*. Madrid: Cátedra.

acusaron a los norteamericanos de hacer lo mismo en Alemania del Este. Las patatas fritas las hizo por primera vez en 1853 un cocinero indo-americano llamado *George Crum*⁸ en un hotel de lujo de Nueva York, EEUU. El nuevo plato se preparó para un magnate ferroviario extremadamente exigente que se quejaba del grosor de sus patatas. El cocinero harto de tanta crítica cortó las patatas en rodajas finas y les dio una vuelta en aceite hirviendo hasta que se pusieron crujientes y doradas.

2. VARIEDAD Y PROCEDENCIA DE LAS PAPAS ANALIZADAS

Existen unos 7500 tipos⁹, evidentemente no tuvimos acceso a todas ellas y el estudio se redujo a las variedades que se comercializan en Canarias, tanto de producción local como importación. Para obtener las muestras visitamos supermercados periódicamente, contactamos con vendedores ambulantes, pedimos a alumnos y profesores que nos donaran las que cosechan sus padres o conocidos, incluso obtuvimos variedades de Francia gracias a un intercambio de alumnos con un Liceo.

VARIEDADES Y PROCEDENCIA				
Valor (Reino Unido)	Ojo Rosado (Gran Canaria)	Osprey (Egipto)	Picasso (Gáldar)	Estima (Israel)
Picasso (Reino Unido)	King Edward (Reino Unido)	Negra (Tenerife)	Spunta (Gáldar)	Cara (Israel)
Cara Ecológica (Moya)	Merlín (Galdár)	Picasso (Moya)	Spunta (Moya)	Galáctica (Moya)
Valoi (Francia)	Red Cara (Reino Unido)	Spunta (Chipre)	Ba (Francia)	Ambo (Israel)
Desconocida (Francia)	Blanca (Moya)	Cultra (Escocia)	Spunta (Israel)	Druid (Moya)
Rosada (Gran Canaria)				



Conservación de las muestras en bolsas.



En total 26 muestras, 21 variedades y diez lugares diferentes. A medida que íbamos avanzando se incorporaban variedades, ya que solo están presentes en el mercado durante una época del año. Sin embargo, el haber conservado cierta cantidad de cada una permitió realizar experiencias simultáneas. La conservación se realizó introduciendo las papas en bolsas de plástico, extrayendo el aire y dejándolas en un lugar fresco y

⁸ www.argenpapa.com.ar

⁹ Fuente: Centro Internacional de la Papa (Perú). www.cipotato.org

oscuro. Nos hubiera gustado diferenciar por el tiempo de recogida, saber si eran papas nuevas o viejas, pero nos resultó imposible obtener ese dato de los proveedores.

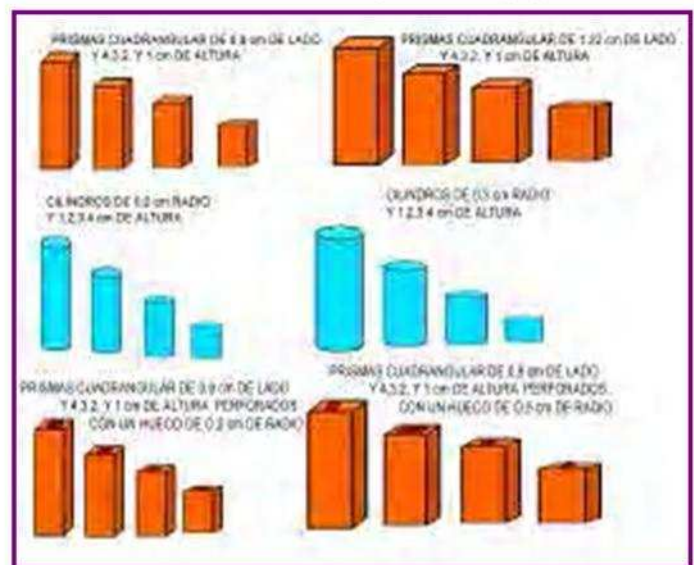
4. CORTE, FORMA GEOMÉTRICA Y LONGITUD

Los tubérculos pueden presentar diversas formas y colores en la piel y en su interior. Las papas verdes deben su color a una sustancia tóxica llamada *Solanina* y se desaconseja su consumo aunque la cantidad a ingerir es tal que no supondría un riesgo severo para la persona. Nuestras papas hubo que pelarlas y cortarlas. Esta operación, supuso el empleo de mucho tiempo y condicionó nuestro trabajo, ya que no las podíamos guardar por el deterioro que sufrían. Pelamos unos 65 kilos.

La forma geométrica era una variable a tener muy en cuenta a la hora de proponer la candidatura a mejor papa frita posible. En la figura adjunta se puede observar los tipos estudiados y sus longitudes.



Formas y colores de las papas. Composición Equipo Doramas

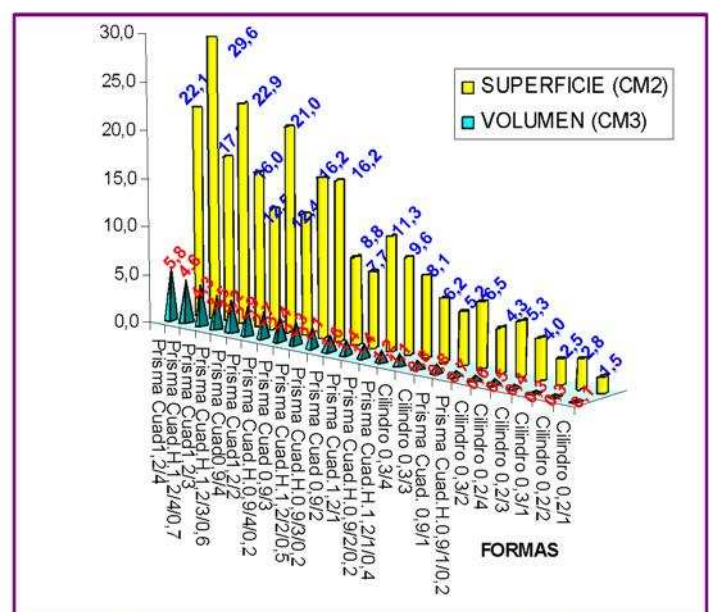


Formas geométricas analizadas. Composición Equipo Doramas

¿Por qué estas formas geométricas?

Existen figuras que con la misma superficie tienen diferentes volúmenes y con el mismo volumen tienen distintas superficies. De esta forma se pudo estudiar cómo influyen el volumen y la superficie en el proceso.

Para darles estas formas utilizamos utensilios de cocina, que permitieron fabricar los prismas al hacerlas pasar por la rejilla afilada. Para obtener la longitud adecuada se nos ocurrió



Gráfica 1. Comparativa del área y el volumen de cada forma geométrica.

diseñar y fabricar una especie de moldes de corte con unos tornillos y unas hojillas de afeitar. Los cuatro moldes tenían 1, 2, 3 y 4 cm entre las dos hojillas que se mantenían fijas. Los cilindros los obtuvimos mediante el uso de jeringuillas de diferente grosor a las que cortamos la punta y afilamos la boca con una lima. Cuando se requería la fritura de todas las variedades a la vez, atamos un hilo de color diferente a cada una para su identificación posterior.



Utensilios para obtener prismas.



Jeringuilla para obtener cilindros



Cuchillas de afeitar

5. TIPOS DE ACEITES UTILIZADOS EN LA FRITURA

* Aceite de Oliva:

La marca comercial utilizada fue Ybarra, en la etiqueta del producto se describe como de sabor suave y carece de indicaciones del grado de acidez. En el transcurso de la investigación se usaron 8 litros para cada tipo de aceite, y cambiamos el aceite siguiendo las recomendaciones de la Asociación de Productores de Aceite de Oliva¹⁰. Este aceite penetra muy poco en la papa, por lo que el valor calórico total de la papa frita no aumenta mucho, cosa que no ocurre cuando se utilizan aceites de semillas o girasol.



Aceites utilizados

* Aceite de Girasol:

La marca del aceite de girasol es una marca blanca de Carrefour. Este aceite se elabora a partir de las pipas de girasol, es más ligero en aspecto que el de oliva. Es una combinación de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados y contiene más vitamina E que cualquier otro aceite vegetal. No dejaba sabor acentuado en las papas fritas, característica que si ocurría con el aceite de oliva. El aceite de girasol no es muy recomendable para freír ya que no soporta temperaturas de más de 170 °C sin perder

¹⁰ Asociación de Productores de Aceite de Oliva: www.infaoliva.es

propiedades según la bibliografía.

* Aceite de Semillas:

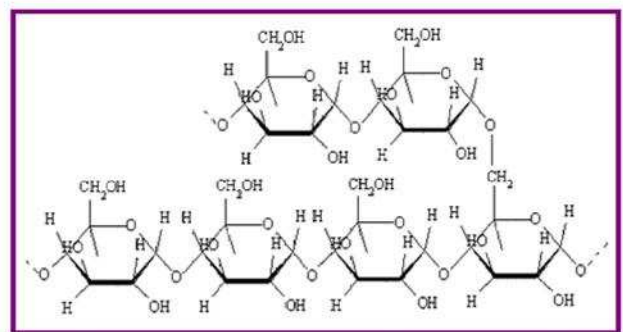
La marca comercial del aceite de semillas es La Masía. La etiqueta del producto no menciona porcentaje ni los componentes de la mezclas de semillas utilizadas en su elaboración. Consultada la web del Ministerio de Sanidad y Consumo¹¹, se pueden comercializar bajo el nombre de aceites vegetales de semillas las mezclas de dos o más aceites de girasol, soja, germen de maíz y pepita de uva. El aceite de semillas, era, de los tres, el más oscuro.

6. VARIEDADES CON MAYOR Y MENOR CONTENIDO EN ALMIDÓN

Un gran porcentaje de la composición química de la papa es Almidón. La fracción variará para los distintos tipos y, por tanto, tendrá consecuencias. Químicamente es un polisacárido, para asimilarlo es necesario partir

los enlaces entre sus componentes fundamentales: los monosacáridos. La rotura se produce en la digestión mediante la acción de enzimas específicos (amilasas) presentes en la saliva y los fluidos intestinales. Para poder digerir los almidones es preciso someterlos a un tratamiento con calor previo a su ingestión (cocción, tostado, etc.).

La determinación cualitativa del Almidón fue un proceso sencillo, añadimos unos mililitros de disolución alcohólica de yodo y apareció la esperada coloración azul-violeta. Sin embargo, la determinación cuantitativa era un proceso peligroso como indica el método oficial de la Unión Europea en su Diario Oficial de las Comunidades Europeas (Tomo 1). Las condiciones de seguridad de nuestro laboratorio, carente de campana de gases, nos hicieron desistir de utilizarlo. Pero podíamos en transformar los polisacáridos en monosacáridos. El Almidón se puede romper para producir glucosa mediante una hidrólisis enzimática, el proceso es similar al que ocurre en nuestra saliva o en el



Fórmula del Almidón.



Muestra de papa en agua



A la anterior muestra se le añade yodo y aparece el color violeta oscuro debido al Almidón.

¹¹ Ministerio de Sanidad y Consumo: www.msc.es

intestino delgado. Necesitaríamos litros de saliva, además de la dificultad de obtenerlos, nos encontraríamos con la necesidad de homogeneizarlos y de extremar las condiciones higiénicas. No era una buena idea recurrir a la saliva. Otra posibilidad era utilizar los detergentes que contienen enzimas. Sin embargo, la presencia de hipoclorito sódico y la espuma, interferían. La investigación estaba en un punto muerto, no sabíamos como obtener las enzimas. En una Farmacia nos indicaron que existían medicamentos que son prescritos para aquellas personas que no fabrican las suficientes. Entre otros citamos: Pankreoflat, Aerored Comple, Digestomen Complex y Kreon. Nos decidimos por utilizar Kreon 10000. La cápsula era de fácil apertura y las enzimas entrarían en contacto fácilmente con la papa. El procedimiento consistió en pesar 1 gramo (tres ensayos), triturarlo e introducirlo en un tubo de ensayo. Además, era necesario crear las condiciones idóneas para que las enzimas actuaran, “están muy cómodas” en presencia de NaCl, pH de 7,2 y a 70°C durante 2 horas. Todas las variedades fueron sometidas al mismo tratamiento, por tanto, la cantidad de glucosa producida sería proporcional al Almidón contenido. Fuimos conscientes de que no se podría obtener la cantidad exacta de Almidón pero sí determinar, mediante la medición de la glucosa, qué variedad presenta en su composición más Almidón ¿La glucosa que determinamos podría ser glucosa que ya tuviera la papa? consultada bibliografía¹², la existencia de glucosa en el caso más extremo llegaba a ser el 0,017% en masa. La medición de la glucosa la hicimos con un glucosímetro, que fue donado por la abuela de un alumno que padece diabetes. En total se utilizaron 232 tiras reactivas. Para obtener las tiras reactivas recurrimos a todos los diabéticos conocidos ya que adquirirlas por nuestra cuenta suponía un gran desembolso económico.



Jabón con enzimas.



Medicamentos enzimáticos.

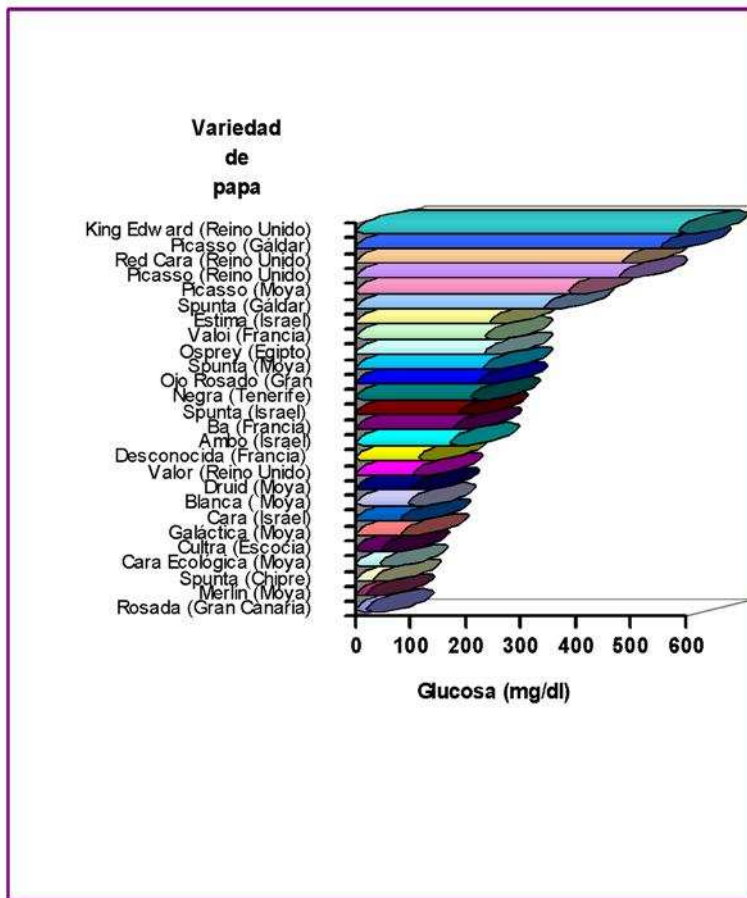


Glucosímetro

Podríamos clasificar las papas según la gráfica 2 en tres grupos, con bajo contenido en Almidón: Rosada hasta Desconocida, un segundo grupo con contenido medio: Ambo hasta Spunta y el tercer grupo con un elevado contenido en: Picasso hasta King Edward ¿Qué significará que una variedad es rica en Almidón? implica que el contenido de agua

¹² www.redepapa.com.org

en la papa será bajo. Lo que realmente consumimos de una papa frita es una mezcla de Almidón y aceite que han sufrido una transformación a una temperatura determinada.



Gráfica 2. Comparativa de la cantidad de glucosa.

7. CONTENIDO EN H₂O

La proporción de H₂O es un factor fundamental en la fritura. Mientras están sumergidas en el aceite, el agua escapa en forma de vapor, lo que impide que el aceite penetre. El agua se evapora desde la superficie hacia el interior y a medida que se evapora forma una costra porosa donde se concentra el aceite. Para determinar el porcentaje de agua en cada variedad sometimos las distintas formas a un proceso de deshidratación introduciéndolas en un microondas.

El aparato utilizado es un horno-microondas de la marca Sanyo. Se

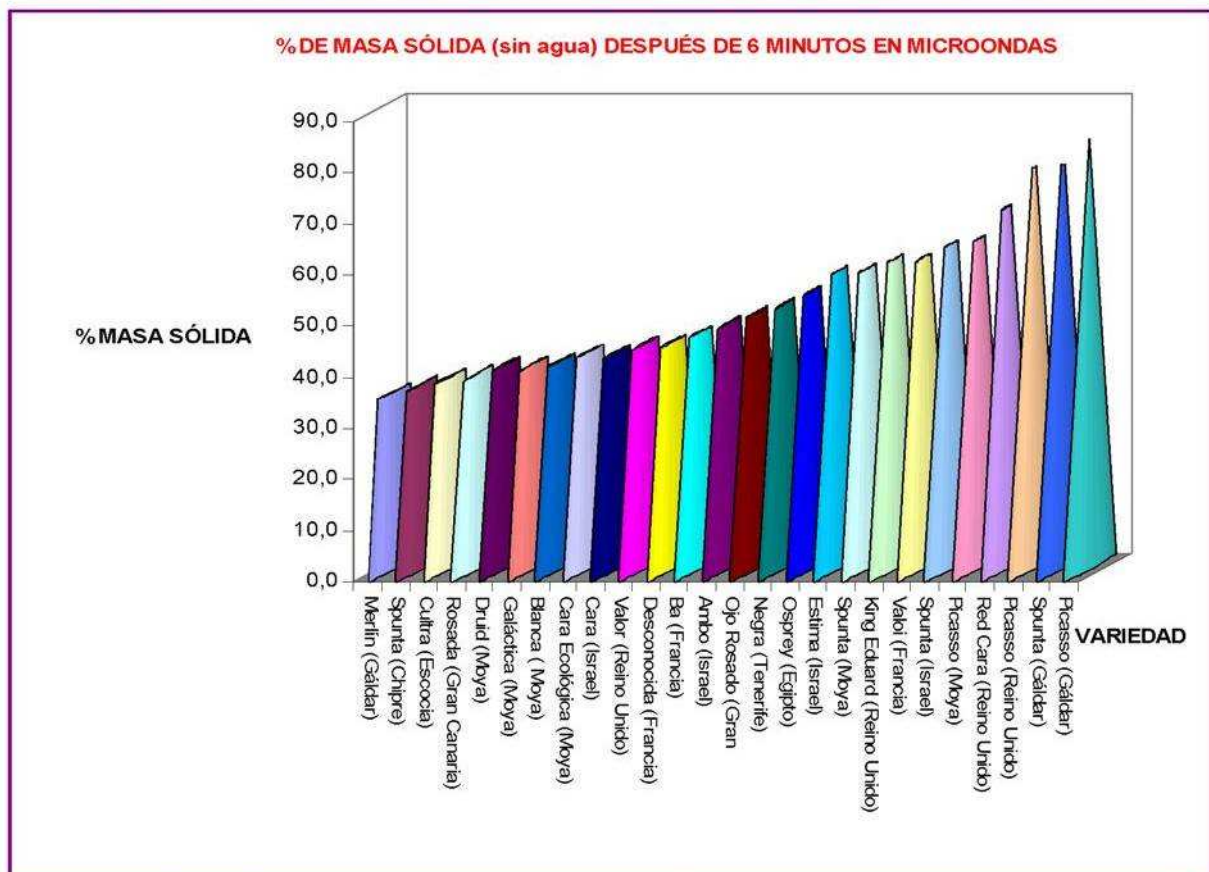
situó el selector de potencia en el nivel 2 (500 W), y las papas permanecieron intervalos de 1 minuto durante 6. Para determinar el porcentaje de agua de cada variedad, al finalizar cada periodo de tiempo de 1 minuto, se sacaban las papas y se pesaban. Las variedades con menor contenido en agua, oscilando entre un 39,4 y 16,2 % son King Edward (Reino Unido), Valoi (Francia), Picasso (Reino Unido), Spunta (Gáldar) y Picasso (Gáldar). También estudiamos la velocidad de deshidratación obteniendo que en la variedad Picasso (Gáldar) se elimina el agua a 0,10 g/min pero es necesario precisar que es la que menos porcentaje de agua contiene, muy poca agua que sale muy despacio. En el otro extremo está la variedad King Edward, contiene un 39,2% en masa de agua pero es la variedad que más velocidad de deshidratación presenta con 0,22 g/min.



Deshidratación en microondas



Gráfica 3: de la velocidad de deshidratación para prisma cuadrangular de 1,2 cm ancho / 4 cm de alto.



Gráfica 4: indicativa del % de masa seca en cada variedad tras 6 minutos en el microondas. Prisma Cua. 1,2/4.

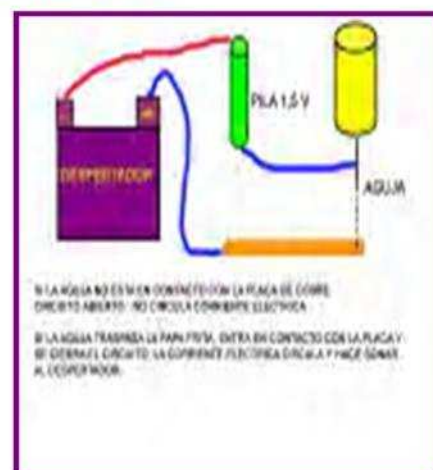
8. ESTUDIO DE LA CAPAS DE LA PAPA FRITA

Si realizamos un corte a una papa frita podremos observar dos capas una exterior de poco grosor, más dura y de color variable, desde blanco a dorado y una interior de mayor grosor, blanda y de color desde el blanco al amarillo. Nuestra hipótesis de partida

es que la forma geométrica, el contenido en agua, el tipo de aceite, el tiempo de fritura y la temperatura, tendrán influencia en lo dorada o tostada que pueda llegar a estar una papa frita y en la dureza de la capa interior. Una de las propiedades físicas que presenta una papa frita es la presión que sería necesaria que ejercieran los dientes para masticarla. Nos enfrentamos al reto de medirla y analizar su variación en función de la variedad y del aceite de fritura. No determinamos valores absolutos, no teníamos el instrumental adecuado, pero sí fabricamos un dispositivo que nos permite medir la presión comparativamente. Por tanto, la papa frita que necesite menos presión para ser atravesada también será la que tenga una capa tostada de menor grosor y menos “churruscada”. La presión se define como la fuerza que se ejerce por unidad de superficie. La idea base era que una superficie atravesara la papa frita y que fuera posible medir la fuerza necesaria para desplazar esa superficie metálica (aguja) a través de la papa frita. Nuestro invento consta de una balanza electrónica de precisión 0,1 g y 200g máximo registro, una placa de cobre (conductora de la electricidad), un depósito de plástico al que adosamos una aguja de coser con la punta seccionada, un despertador, cables y pinzas de cocodrilo para las conexiones, una batería de 1,5 voltios y un sistema de suspensión para equilibrar la aguja, reciclado de una vieja balanza de laboratorio, que permitía colocar la aguja sobre la papa frita sin ejercer presión. Unos componentes permiten la medida (balanza electrónica), otros que nos alertan de cuando debemos parar puesto que hemos logrado nuestro objetivo de atravesar la papa frita (despertador, pila y placa de cobre) y un sistema de reproducción de las condiciones iniciales de medida (sistema de suspensión). El análisis consistió en freír las formas geométricas de cada variedad en tres tipos de aceites y a dos temperaturas, 130°C y 160 °C. Inmediatamente después se iban colocando sobre la placa de cobre. Para cada muestra se equilibró la aguja con el sistema de suspensión, la balanza electrónica se puso a cero y se fueron añadiendo bolitas de hierro en el



Dispositivo para calcular la fuerza que hay que ejercer para atravesar una papa frita.

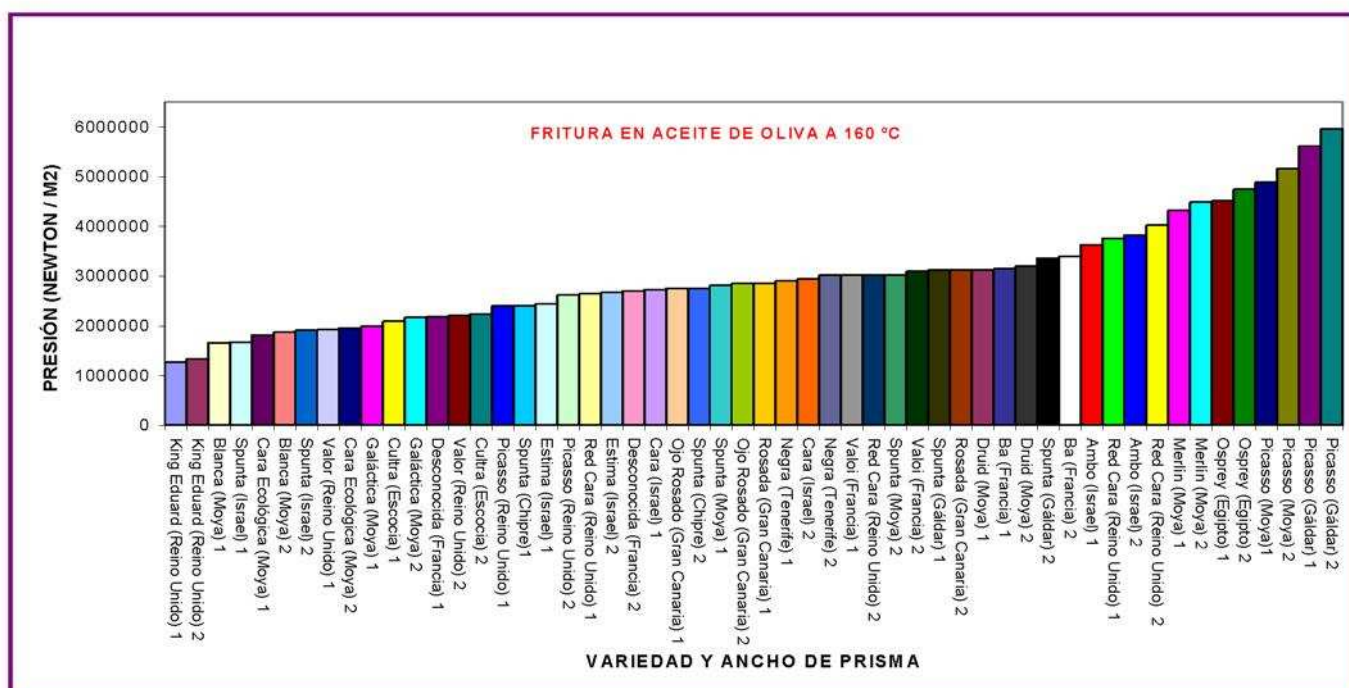


Esquema eléctrico



Añadiendo bolitas de hierro al depósito.

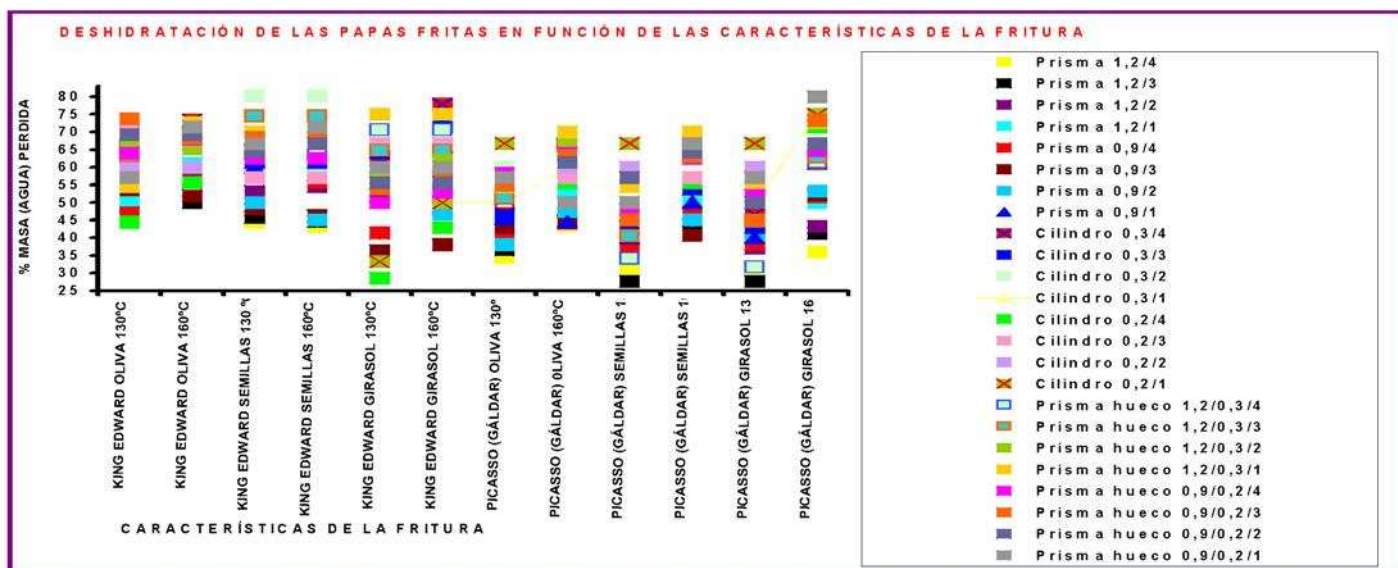
depósito. A medida que iba aumentando la masa, la aguja penetraba en la primera capa tostada, después se atravesaba la capa blanda y era necesario añadir más hierro para perforar la segunda capa tostada. En definitiva, para que la aguja (le cortamos la punta afilada) de un grosor de 0,4 mm atravesase la papa frita necesita una fuerza determinada, peso de la masa de hierro, por tanto podíamos calcular la presión. El estudio permitió afirmar que a mayor temperatura las capas tostadas aumentan su grosor y tueste para todas las variedades, por tanto, aumentará la presión que tienen que hacer los dientes para masticarlas. La tendencia a seguir en todas las variedades y formas se puede observar en la gráfica adjunta. Un aspecto a destacar era que King Edward (Reino Unido) y Picasso (Gáldar) presentan un menor y mayor grosor respectivamente de la capa tostada.



Gráfica 5: en la que se puede observar los valores de presión necesarios para atravesar una papa frita. Este ejemplo se corresponde con la fritura en aceite de oliva a 160°C, están representados dos prismas cuadrangulares de 0,9 cm (1) y 1,2 cm (2) de ancho y 4 cm de largo.

Durante el proceso de fritura el agua de la papa pasa a vapor y es expulsada. Las burbujas que se observan en el proceso de fritura es vapor de agua. El tueste de la capa superficial se acelera una vez expulsada el agua de la papa. El agua emigra y su lugar es ocupado por el aceite. Para el estudio de la pérdida de masa (agua) se realizó la fritura en los tres aceites a dos temperaturas, 130°C y 160°C para todas las formas geométricas de todas las variedades. Las papas se introducían en la freidora y cada 2 minutos las sacamos y pesamos hasta que cumplieron 6 minutos de fritura. Se obtuvieron 144 datos para cada variedad y era muy difícil comparar quién era la mejor y que condiciones eran las mejores. Nuestra hipótesis de partida era que debería ser el mayor prisma con mayor

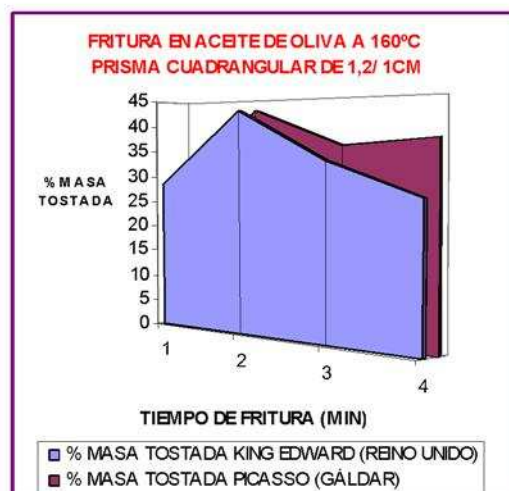
huevo puesto que es el que tiene mayor superficie. Para comprobar nuestra hipótesis inicial hemos valorado desde 1 a 24 puntos la posición que ocuparía cada forma geométrica en cada una de las columnas de la gráfica 6:



Gráfica 6: variación de la pérdida de agua en función de la variedad y las condiciones de fritura.

Es decir, tendrán 24 puntos aquellas formas geométricas que encabecen la columna y otorgaremos los sucesivos valores al resto de formas en cada columna hasta llegar a su base que le corresponderá 1 punto. La clasificación final fue que el prisma hueco 1,2/0,3/4 es la forma geométrica que presenta un mayor porcentaje de deshidratación para las condiciones de temperatura de fritura establecidas y las mejores variedades fueron Picasso (Gáldar) y King Eduard (Reino Unido).

Para conocer la proporción de masa de papa frita que queda tostada y como va generándose con respecto al tiempo de fritura, cortamos prismas cuadrangulares de 1,2 cm de lado (base) y longitudes de 1 y 2 cm. Las sometimos a fritura a distintos tiempos. Una vez retiradas del aceite de fritura, con un bisturí separamos las capas. Pesando posteriormente cada una de ellas. El porcentaje de masa de la capa tostada va disminuyendo a medida que prosigue. Esto puede ser debido a que la capa tostada va aumentando en volumen pero no en masa, en la capa tostada no existe agua, ha sido sustituida por el aceite. Si comparamos las variedades de papas, independientemente de la longitud del prisma, la variedad Picasso (Gáldar) presenta mayor masa tostada.



Gráfica 7: variación del % de masa tostada frente al tiempo de fritura en aceite de oliva a 160°C

9. LA ACEITOSIDAD DE LAS PAPAS FRITAS

Para que el agua comience a ser expulsada, el aceite debe alcanzar una temperatura de 100 grados, por tanto, es aproximadamente a esta temperatura a la que comienza la fritura *dando lugar a la formación de una costra o cubierta abovedada, que obstaculiza la penetración de la*



Introducción de cubetas con muestras en el Espectrofotómetro.

*grasa externa y resulta muy apreciada por sus características organolépticas*¹³ Existe una “leyenda urbana” en la cocina, no se deben añadir las papas a la freidora si no está a alta temperatura el aceite porque si no nuestras papas fritas quedarán aceitosas. Esta idea es falsa ya que el aceite no penetrará en la papa; solo lo hará a partir de 100°C con posterioridad a la expulsión del agua. Mientras se está expulsando el agua en forma de vapor el aceite no puede introducirse en la papa debido a que la presión del vapor de agua es mayor que la del aceite. Para determinar la cantidad de aceite que impregna las papas freímos en los tres aceites a dos temperaturas: 130°C y 160 °C. De cada variedad y forma geométrica pesamos 1 gramo. Trituramos la muestra de papa dentro del tubo de ensayo con 2 ml de éter de petróleo (disolvente del aceite), centrifugamos y extraemos con una micropipeta calibrada 1 ml exacto de la mezcla líquida que contiene al aceite y al disolvente. Posteriormente medimos la Absorbancia con el Espectrofotómetro (Lambda 2, Elmer-Perkins, puede operar con luz visible y ultravioleta). Nuestro objetivo no era determinar exactamente el aceite que contiene cada papa frita, sino observar tendencias. Podemos afirmar que a menor temperatura de fritura, la cantidad de aceite aumenta en la papa frita. El aceite que mayor penetración presenta en las diferentes variedades es el de girasol, seguido por el de semillas y por último el aceite de oliva. Además, las variedades de papa frita que menor cantidad de aceite absorben (para los tres tipos) son: Red Cara (Reino Unido), Picasso (Gáldar) y King Edward (Reino Unido).

10. ¿QUÉ ASPECTO PRESENTA UNA PAPA FRITA?

Pocas personas han podido observarlas a través de una lupa binocular; nosotros teníamos curiosidad. El aspecto que presentan es muy distinto al que estamos acostumbrados. En ellas podemos observar la irregularidad que presenta su superficie, llena de bolsitas y brillante por el aceite a pesar de haberlas “secado” con papel

¹³ BELLO GUTIÉRREZ, JOSÉ (1998). *Ciencia y tecnología culinaria*. Págs 154. Pamplona: Ed. Diaz de Santos

absorbente. Las esquinas de la forma geométrica es la primera zona que aparece tostada y a medida que aumenta el tiempo de fritura va perdiendo su perfil.



3 minutos de fritura



4 minutos de fritura



7 minutos de fritura

11. ¿CUÁNDO SE AÑADE SAL?

Antes de freírlas, al comienzo de la fritura, al final de la fritura o después de la fritura. La última propuesta, a igual cantidad de sal añadida, será la que presente mayores garantías de que nos comamos las papas fritas bien saladas. Para saber si las otras posibilidades presentaban diferentes resultados, realizamos las tres operaciones de añadido de sal. Añadimos 3g de sal a diversas formas geométricas de la variedad King Edward y Picasso (Gáldar). Una vez retiradas las papas fritas se prepararon muestras de 0,5 gramos diferenciando entre la capa tostada y la capa interna para conocer cómo era el reparto de la sal en ellas. Para la determinación de la cantidad de NaCl en las muestras realizamos una Volumetría con Nitrato de plata y Cromato potásico como indicador¹⁴. El resultado fue muy desconcertante, prácticamente daba igual la forma geométrica, la variedad de papa y la capa analizada. En principio cualquier momento es bueno, sin embargo, más tardemos en añadirla mayor será el grano de sal que nos encontraremos en las papas.

12. FRITURA EN ACEITE DE OLIVA A 130°C Y 160°C CON Y SIN DESHIDRATACIÓN

La mayoría del tiempo de fritura se emplea en eliminar agua de la papa; esto lo podemos comprobar observando la flotabilidad de la papa en el aceite de la freidora. El Principio de Arquímedes (287-212 a.C.) dice *que todo cuerpo sólido introducido en un fluido, total o parcialmente, experimenta un empuje vertical hacia arriba igual al peso del fluido desalojado por el cuerpo*¹⁵, por tanto si la densidad de las papas es menor a la del aceite que las contiene estas flotarán. Al comienzo de la fritura las papas están hundidas

¹⁴

¹⁵ AA.VV. (2005). La Enciclopedia del Estudiante. Vol. 12, pág. 202. Madrid. Santillana-El País.

en el aceite, la densidad de las papas crudas es mayor que la del aceite. La densidad de las variedades de papas estudiadas varía entre 1,08 y 1,13 g/ml. El cálculo de la densidad de cada variedad se realizó dividiendo la masa de una muestra (cruda) por su volumen (obtenido por el desplazamiento que sufre el agua en una probeta al añadir la muestra de papa). Si comparamos la densidad de los aceites (varía con la temperatura) con la de las papas, por ejemplo con las variedades King Edward (R.U.) y Picasso (Gáldar) ambas con una densidad de 1,09 g/ml, las papas a 160°C permanecerán en el fondo de la freidora hasta que tengan una densidad menor a 0,82 g/ml si es aceite de girasol, 0,87 g/ml si es aceite de semillas y 0,83 g/ml si es aceite de oliva. Cuando alcancen estos valores de densidad emergerán en el aceite. La fritura de la papa la podemos dividir en dos etapas, una primera en la que no flota y se está deshidratando y una etapa en la que flota y se está tostando. Para obtener un aspecto similar de tostado con el aceite a 130 °C se necesita un 70% más de tiempo que con aceite de oliva a 160°C. En el resultado no afectó el hecho de que fueran variedades diferentes. El tiempo de fritura lo podemos acortar si realizamos una deshidratación previa. Para ello empleamos dos técnicas, la deshidratación física consistió en colocar las papas en el microondas durante 3 minutos en el nivel 2 de potencia (880 vatios), y la deshidratación química en añadir las papas a una disolución de cloruro sódico de concentración variable, desde 0,3 a 2,5%. Una vez deshidratadas freímos a 130°C y 160°, realizando el mismo proceso para las papas “hidratadas”. Comprobamos que el tiempo de fritura se reducía en un 50% para obtener el aspecto de tostado similar a las papas sin tratamiento.

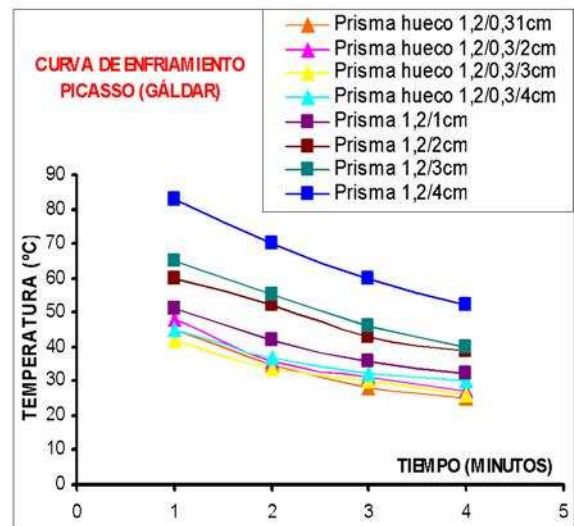


Evolución del tostado con el tiempo de fritura

13. ¿CUÁNTO TIEMPO PERMANECEN CALIENTES LAS PAPAS FRITAS?

A todos nos ha ocurrido que nos apresuraban a sentarnos a la mesa porque “se enfrían las papas fritas”. Existen numerosos factores que influyen en la velocidad de enfriamiento de una papa frita: la temperatura ambiente y de retirada de la freidora, el material de la superficie sobre la que las colocamos, el grado de humedad, la existencia de corrientes de aire, etc. Para realizar un estudio de la pérdida de calor una vez fritas, retiramos las papas de la freidora, las colocamos sobre un papel de aluminio y les introducimos un termómetro en el punto medio de la forma geométrica.. En las gráfica 9

construida a partir de los datos experimentales, se puede observar el comportamiento común para las variedades en cuanto a la variable de la forma geométrica. La mayor superficie y menor masa de los prismas huecos, hacen que pierdan calor con mayor facilidad y que su temperatura sea menor al cabo de cuatro minutos. Podemos afirmar que la variedad King Edward (Reino Unido) tiene una velocidad de enfriamiento mayor, y que la Picasso (Gáldar) presenta la menor. Concluimos, Picasso (Gáldar) nos podemos



Gráfica 8

entretener un poco más antes de sentarnos a la mesa no obstante la Organización Mundial de la Salud en su Manual sobre las 5 claves para la inocuidad de los alimentos indica que la zona de peligro es el intervalo que va desde los 5°C hasta los 60°C en el cual los microorganismos se multiplican con gran rapidez¹⁶.

14. ¿FREIDORA ELÉCTRICA O SARTÉN?

Recomendamos el uso de la freidora eléctrica. Alcanza una mayor velocidad de calentamiento del aceite, posibilidad de controlar la temperatura (termostato) y el tiempo de fritura. En la freidora se forman corrientes de convección mayores que en la sartén y se produce un mejor reparto del calor, presenta mejores condiciones de seguridad y facilidad en su manejo. La cesta metálica que posee separa las papas de las impurezas que van al fondo. El consumo energético es menor en una freidora eléctrica que en una freidora sobre una placa vitrocerámica.

15. ¿PUEDES DEJAR PARA MAÑANA PAPAS CORTADAS QUE NO VAS A FREIR HOY?

Lo primero que hay que tener en cuenta es que el corte se debe realizar con un cuchillo de acero inoxidable algunas variedades contienen un pigmento llamado antoxantina que reacciona con el hierro de los utensilios de cocina para formar antoxantinas de hierro de color marrón¹⁷. La conservación de las papas, para evitar que se ennegrezcan por la acción de la enzima polifenol oxidasa (se encuentra en la membrana de los tilacoides, al cortar la papa se libera y produce una reacción de

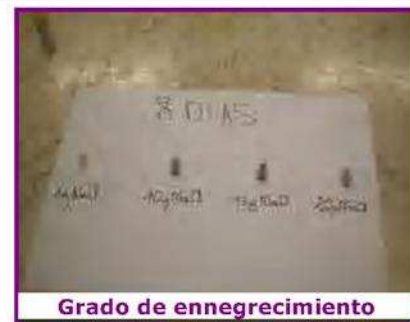
¹⁶ www.who.int/entity/foodsafety/publications/consumer/manual_keys_es.pdf (2 de Febrero de 2008)

¹⁷ SÁNCHEZ GUADIX, M^a ANGELES (2007). "Aprendiendo Química con el tratamiento culinario de Frutas, Hortalizas y Verduras". Revista Eureka de enseñanza y Divulgación de las Ciencias. Volumen 4, n° 4, Pág. 493

catálisis) proponemos realizarla de dos formas:

- Con agua y NaCl (sal común), la forma tradicional.
- Manteniendo un pH ácido con ácido cítrico (limón).

Para comprobar cuánto tiempo se conservan manteniendo su aspecto blanquecino, añadimos prismas 0,9/3 cm a recipientes que contenían distintas cantidades de sal y disoluciones de ácido cítrico a distinto pH. Ocho días después de ser cortada la papa introducida en una disolución al 1% en masa de NaCl, permanece prácticamente inalterada en cuanto a su aspecto. Si le añadimos mucha más sal no se conserva bien, el límite según nuestro estudio se encuentra en una disolución al 2,5%. La acción del ácido cítrico consiste en proporcionar un pH ácido, que no solo frena los procesos de oxidación sino que aumenta la intensidad del color blanco de la papa.



Es destacable los avances que la Ingeniería Genética, los investigadores argentinos Guillermo Alonso y Briardo Llorente del Instituto de Investigaciones en Ingeniería Genética y Biología han modificado genéticamente la variedad Spunta eliminando prácticamente la enzima: *"gracias a la modificación que le hicimos se puede dejar expuesta al aire durante tiempos prolongados y en comparación con una papa común es resistente a ese proceso de oxidación, que baja la calidad de la papa"*.¹⁸

16. ¿CÓMO SE LOGRA OBTENER LA MATERIA PRIMA?

A continuación presentamos una entrevista realizada Al agricultor que nos proporcionó las papas Picasso (Gáldar¹⁹). Nuestra investigación concluyó que ésta era la mejor variedad. Suponemos que en la calidad ha influido el lugar de cosecha, y, ¡cómo no!, el cuidado y los métodos de cosecha empleados.



Agricultor entrevistado

- 1-¿Cuánto tiempo tarda en dar la cosecha? 3 meses.
- 2- ¿Qué abonos echa? Nitro Foca, que es un sulfato para las plantas y estiércol.
- 3-¿En que meses la suele plantar? Octubre aunque también en Febrero.
- 4- ¿Cada cuanto tiempo riega las papas en caso de que no llueva? Cada 10 o 12 días.
- 5-¿La tierra en las que las planta tiene alguna característica especial? Normal.
- 6- ¿A qué distancia las planta? Poco más de una cuarta.

¹⁸ <http://www.argenpapa.com.ar/img/Innovar%20para%20que%20la%20papa%20no%20se%20ponga%20negra.pdf> (15 Enero 2007)

¹⁹ <http://earth.google.com/intl/es/download-earth.html>

- 7- ¿Cuántos años lleva plantando esa papa? 3 o 4 años.
- 8- ¿La semilla que planta de qué tamaño es? Pequeña.
- 9- ¿A qué profundidad las planta? Unos 20 cms.
- 10- ¿Cuánto tarda en nacer la planta de la papa? Casi un mes.
- 11-¿Qué cuidados necesita las plantas de las papas? Sulfatarlas, raspar la hierba que nace alrededor de ellas, regarlas y cogerlas.
- 12- ¿El agua que utiliza para las papas de donde proviene? De la lluvia y de los pozos.
- 13-¿Qué métodos utiliza para regarlas? Por aspersión.
- 14- ¿Qué altura alcanza la planta? Unos 40 cms.

17. CONCLUSIONES

Decálogo para lograr obtener la que posiblemente sea la mejor papa frita del mundo.

- 1. Adquirir la variedad Picasso plantada en Gáldar, tiene un alto contenido en Almidón, bajo contenido en glucosa y agua. Tiene el mayor porcentaje de masa sólida, el agua que pierde es el 16,2%, esto tiene consecuencias puesto que la expulsión del agua durante la fritura frena el tostado. Su velocidad de deshidratación baja permite conservar la forma en el proceso de fritura. Las papas con elevada velocidad presentan deformaciones y su tueste es más irregular. Presenta una mayor dureza de la capa tostada sin llegar al churrasco. Frita en los tres aceites a 130°C o a 160°C, presenta una superficie más tostada. Por ejemplo, la presión que es necesario aplicar para atravesarla es de 405.137 N/m² (aceite de girasol a 130°C), mientras que para King Edward (su directa competidora), se necesitan 96094 N/m². Es la que menos aceite de oliva retiene, tanto a 130°C como a 160°C, y una de las que menos para el aceite de girasol y de semillas.**
- 2. Darle forma de prisma cuadrangular de 1,2 cm de base y 4 cm de longitud con un hueco cilíndrico de 0,3 cm de radio. Esta forma geométrica es la que permite la mayor superficie de tostado con respecto a su volumen, facilitando, además, la expulsión del agua en la fritura.**
- 3. Colocar durante tres minutos los prismas en un microondas a una potencia de 800W o durante un día en una disolución al 2,5% en NaCl. Se producirá la deshidratación previa a la fritura, mejorando su tueste y acortando a la mitad el tiempo de fritura.**
- 4. Utilizar aceite de oliva, es el que menos penetra en la papa. Impide que estén aceitosas . Soporta el refrito y da mejor olor durante su fritura. Poco aporte calórico**
- 5. Emplear una freidora en lugar de una sartén. La freidora permitirá alcanzar altas temperaturas rápidamente y estabilizarlas. Además, las corrientes de convección en su interior repartirán el calor uniformemente. Su manejo es más seguro.**

6. Freír a 160°C permitirá emplear el 70% menos de tiempo para igual tueste. Además penetrará menos aceite en las papas fritas.

7. El tiempo de fritura determinará el aspecto de más o menos tostado en la papa frita. A continuación presentamos una escala de tostado para la variedad Picasso (Gáldar) siguiendo las anteriores indicaciones expuestas:



8. Añadir la sal, en grano fino, al comienzo de la fritura. Para que el movimiento de las papas, junto con la acción del calor, erosionen los granitos.

9. No esperar más de 4 minutos desde que las retiramos del calor.

10. Conservar las papas cortadas en agua y sal o en un poco de agua y limón.

18. BIBLIOGRAFÍA

- “Freidoras eléctricas”. OCU- Compra Maestra, 2007, nº 312, págs.

* Webs consultadas:

www.potato2008.org/es

<http://www.nasa.gov/vision/earth/everydaylife/spacespuds.html>

<http://www.artehistoria.jcyl.es/historia/personajes/5773.htm> www.ine.es/revistas/cifra/ine/0504.pdf (15
Noviembre 2007)

<http://es.wikipedia.org/wiki/Patata>

<http://www.fao.org/Regional/LAmerica/prensa/medios/10.htm>

http://www.cipotato.org/pressroom/press_releases_detail.asp?cod=32&lang=spa<http://www.mundoaceite.com/?gclid=CKL39Kq0howCFRcxZwodGkpcCg><http://www.aceitedeoliva.com/>

<http://www.aceitedegirasol.es/>

<http://www.anierac.com/tipos.htm>

http://www.educa.madrid.org/web/ies_galileogalilei_alcorcon/departamentos_didacticos/materiales_curriculares/biologia/practicadeglucidos.html

<http://www.avantel.net/~arbolag/html/cloru.htm>

<http://www.mapa.es/>

<http://www.msc.es/>

www.recetas-cocina.com/es/cocina/patatas-fritas/

* Libros de consulta:

-Métodos oficiales de análisis en la unión Europea. ED.Ministerio de Agricultura y Pesca.1999.

-La Enciclopedia del Estudiante.VV.AA. Ed.Santillana.2004

-51 Prácticas de Química.VV.AA. Ed.Bruño.1970.

- Técnicas de Laboratorio.V.López olanas.Ed.Edunsa.1991.
- Diccionario de Química.L.P.Vallejo.Ed.Rioduero.1981.
- Química 2º Bachillerato, Cifuentes, M.A.; Pastor, E., y col.; Ed.Santillana
- Química 2.M.SauretHdez. Ed.Bruño.1998
- Química.J.B.Russell Ed.Mcgraw-Hill.1989
- 4ºESO Física y Química.F. García, J. Martínez. Ed. Santillana.
- 1080 Recetas de cocina, SIMONE. ALIANZA EDITORIAL S.A.
- La cocina de Karlos Arguiñano. Karlos Arguiñano Ed. Baintet