



MEDICION DEL ACEITE DE FRITURA





Contenido

1. Conocimientos básicos sobre grasas y aceites	1
1.2. Fabricación y purificación de aceite	1
1.3. ¿Qué son grasas y aceites desde el punto de vista químico?	2
1.4. ¿Qué pasa con el aceite al freír?	2
1.3. Ciclo de vida de la grasa	3
1.4. Reacciones de las grasas	4
1.4.1. Oxidación	4
1.4.2. Polimerización	5
1.4.3. Hidrólisis	6
2. Conocimientos técnicos previos	6
2.1. ¿Porque hay que medir?	6
2.2. Diferentes métodos de medición	7
2.2.1. Columna cromatografica para determinar los componentes polares	7
2.2.2. Medición capacitiva de los TPM	8
2.2.3. Tiras reactivas para la medición de ácidos grasos libres	8
2.2.4. Color del aceite	9
2.2.5. Identificación del punto de humo	9
2.2.6. Grado de acidez	9
2.2.7. Índice de yodo	10
2.2.8. Índice de peróxido	10
2.3. El medidor de la calidad de aceite de fritura TESTO 270	10
2.3.1. Magnitud de temperatura	11
2.3.2. Visión general del medidor de la calidad de aceite de fritura Testo 270 ...	11
3. Bibliografía	12



1. Conocimientos básicos sobre grasas y aceites

1.2. Fabricación y purificación de aceite

La obtención de aceite tiene una larga tradición. Desde la antigüedad, los aceites vegetales se utilizan como base en diversos campos, tales como el de alimentos, cosméticos, medicamentos y combustibles.

Antiguamente la producción de aceite se realizaba de una forma muy simple. Con el correr del tiempo, sin embargo se fue mejorando constantemente, para lograr el mayor rendimiento posible de aceite.

La extracción de aceite se realiza a partir de semillas oleaginosas (por ejemplo, de girasol o de linaza) o frutas (Aceitunas). La obtención de aceite, se distingue entre dos procesos diferentes: el prensado y la extracción. Ambos métodos se utilizan a menudo en combinación, para lograr un aprovechamiento lo más integral posible de los productos de salida.

El proceso de extracción de aceite comienza con la limpieza de las semillas oleaginosas y, en caso necesario, el pelado de las mismas. A continuación, las semillas y frutos oleaginosos son triturados mediante fritura y molienda. De este modo se obtiene el mayor rendimiento posible durante el prensado subsiguiente, antes de prensarla, la materia prima triturada se calienta a una temperatura de alrededor de 30 °C, una agitación periódica impide que se quemé. El calentamiento tiene la ventaja de que el aceite encerrado de licua, con lo cual se lo puede prensar mejor y con más facilidad.

La masa caliente se coloca en una prensa de tornillo y se comprime progresivamente mediante el movimiento de rotación. Debido a la creciente presión el aceite recién exprimido comienza a salir lentamente.

Mediante el prensado no se exprime todo el aceite de las semillas, razón por la cual a continuación se efectúa la extracción, con la ayuda de un disolvente (hexano) se abren las paredes celulares de las células de semillas a bajas temperaturas, extrayéndose el aceite residual. Simultáneamente se puede extraer de las células valiosos ingredientes liposolubles, como la vitamina E. después de la extracción, el disolvente se elimina completamente del aceite por evaporación.

En algunos casos, los aceites se tornan comestibles tan solo por el proceso de refinación. Es el caso, por ejemplo del aceite de soya.

Sin refinar no sería apto para el consumo, dado que posee una variedad de sustancias amargas. Ingredientes valiosos, tales como los ácidos grasos insaturados o la vitamina E, no se ven afectados por esta operación, permaneciendo en el aceite. También hay excepciones que prohíben la refinación de ciertos aceites. Por ejemplo, en el caso del aceite de oliva prensado en frío. De acuerdo con las directivas de la UE, no puede ser refinado⁴. En el comercio es designado como aceite prensado o golpeado en frío; esto quiere decir que durante el prensado “no se aplica calor externo”. Este método consiste en un prensado muy suave, pero el rendimiento de aceite no es muy grande. Los aceites prensados en frío posteriormente sólo son lavados, secados, filtrados y sometidos ligeramente al vapor. Los residuos que se introdujeron en el aceite por el fruto, no se extraen de aquél con este procedimiento. Por ello es especialmente importante escoger minuciosamente los frutos para los aceites prensados en frío, a fin de poder excluir un riesgo para la salud. Los aceites no refinados son denominados “aceites vírgenes”

Como último paso en la producción de aceite, el aceite es refinado debido a que pasa por diferentes fases y a temperaturas hasta los 200 °C, el aceite es liberado de sustancias gustativas y acompañantes no deseadas. Mediante la eliminación de sustancias nocivas para el medio ambiente, sustancias viscosas y colorantes, y atenuando en base a lavados los sabores propios demasiado intensos, el aceite se torna más duradero, mejorando también su apariencia.

1.3. ¿Qué son grasas y aceites desde el punto de vista químico?

Las grasas y aceites (también llamados lípidos) son sustancias no solubles en agua, de consistencia líquida o sólida. Las grasas que aún se mantienen fluidas a una temperatura inferior a 20 °C se denominan en general aceites.

1.4. ¿Qué pasa con el aceite al freír?

Freír es ante todo un proceso de deshidratación, es decir, el agua y las sustancias solubles en agua de los alimentos que fríen, se traspasan a la grasa de fritura, simultáneamente el aceite frito absorbe grasa del entorno. Si el alimento a freír se introduce en grasa caliente, el agua se evapora en la superficie y hay una migración de agua desde el interior del alimento a la capa externa, para compensar la pérdida de agua que tuvo lugar allí. Dado que el agua liberada es reacia a migrar desde la superficie del alimento amante del agua (hidrófilo) hacia la grasa de fritura repelente al agua (hidrofóbica), se forma una fina capa de vapor entre la grasa y la fritura.

Una vez que se evapora una parte importante del agua, el alimento absorbe la grasa en los espacios vacíos y la parte interior de la cocina. (GIMIN, 2021)

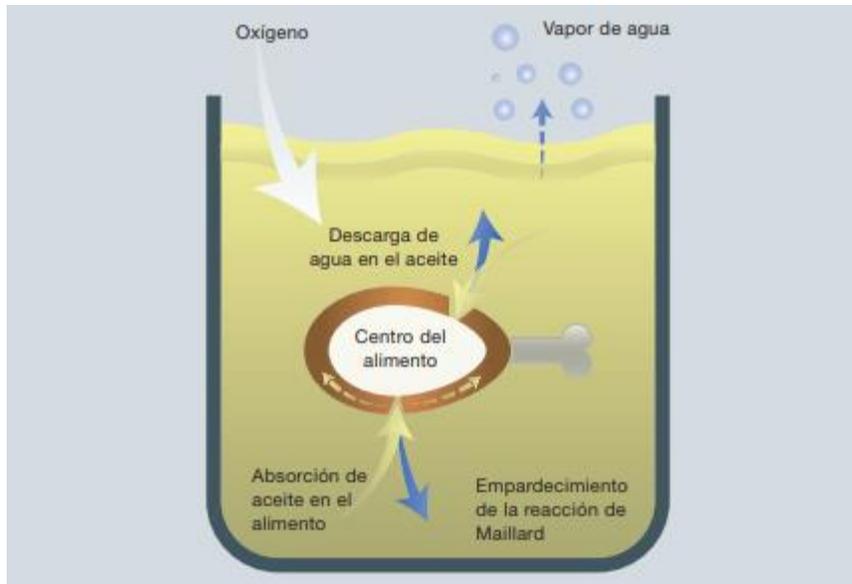


Figura 1. Absorción del aceite en el alimento

1.3. Ciclo de vida de la grasa

Desde que se añade grasa nueva hasta que se desecha la usada, las grasas de cocinar están expuestas constantemente a reacciones químicas.

Se dividen en cinco fases:

Primera fase: La primera fase se inicia con el aceite de cocinar nuevo, sin usar. Esta grasa aún no se ha calentado ni ha tomado contacto con alimento alguno para freír. Por lo tanto, en esta fase, todavía no hay aromas de fritura o componentes polares. Estos no se producen hasta que envejece el aceite o grasa. El agua se evapora lentamente y se mantiene en la superficie del alimento frito durante mucho tiempo. Este se cocina demasiado y se vuelve pastoso y sin color.

Segunda fase: aumenta la proporción de compuestos polares. La descomposición producida por el contacto de la grasa calentada con el oxígeno ocasiona un determinado número de estrías que son las responsables de la mayoría de los típicos y agradables aromas de fritos. Los sabores y texturas típicamente asociados con estos fritos son los que hacen que las grasas estén en el grado óptimo para la fritura.

Tercera fase: se extrae el volumen idóneo de agua y como resultado se produce la reacción Maillard. La grasa toma contacto con el alimento durante el tiempo necesario para que este se fría adecuadamente y proporcione el gusto deseado.

Cuarta fase: la calidad de la fritura desciende de repente en contra del punto óptimo produciendo estrías como consecuencia del deterioro de la grasa, lo que supone también el deterioro de la fritura. A medida que el deterioro se hace más evidente, el



color de la grasa se oscurece y el sabor se vuelve más rancio y ácido. Durante esta fase, la grasa que absorbe el alimento se incrementa como resultado de la extracción excesiva de agua debido a la elevada proporción de componentes polares. Contra más rápido se evapora el agua, más contacto hay entre la grasa y la fritura, incrementándose así el volumen de grasa que absorbe el alimento frito.

Quinta fase: la grasa no es apta para la cocción y se debería desechar y sustituir por otra nueva.

1.4. Reacciones de las grasas

Básicamente se dan tres reacciones:

1.4.1. Oxidación

La oxidación es la reacción más importante de los lípidos que afecta las propiedades y el almacenamiento de los alimentos. Sin embargo, genera compuestos (productos de oxidación primarios y secundarios) que pueden llegar a ser tóxicos si se ingieren constantemente. (Zambrano, 2009)

La oxidación es la responsable del envejecimiento de la grasa debido al contacto con el oxígeno del aire.

Esto ya sucede antes de que la grasa se caliente. Para cada incremento en 10°C de temperatura, se dobla el grado de oxidación. Aparte de la temperatura, la luz con sus rayos ultravioletas crea unas condiciones favorables para acelerar la oxidación.

Las grasas son sustancias orgánicas que se oxidan, de hecho contra más dobles enlaces contienen los ácidos grasos más fácilmente se oxidan. El aceite virgen tiene una duración de seis meses a temperatura ambiente debido a su elevado número de ácidos grasos insaturados. La oxidación también produce monoglicéridos y diglicéridos.

Durante el proceso de fritura, el agua de la fritura se evapora y se forma una costra que impide que la grasa penetre demasiado en el alimento. Después de cierto tiempo, la mayoría del agua se ha evaporado y se detiene el proceso de enfriado en la costra. Se inicia el proceso deseado de oscurecimiento del alimento frito como resultado de la elevada temperatura.

A medida que se incrementa la proporción de componentes polares, el agua se evapora de la grasa con mayor facilidad y rapidez. La formación de la costra se ralentiza en proporción a la evaporación, pero al mismo tiempo el oscurecimiento se acelera a medida que la capa externa del alimento no se enfría de manera tan efectiva. En el caso de grasas con una elevada proporción de componentes polares, una mayor cantidad de grasa puede penetrar en el producto debido a la evaporación más rápida.

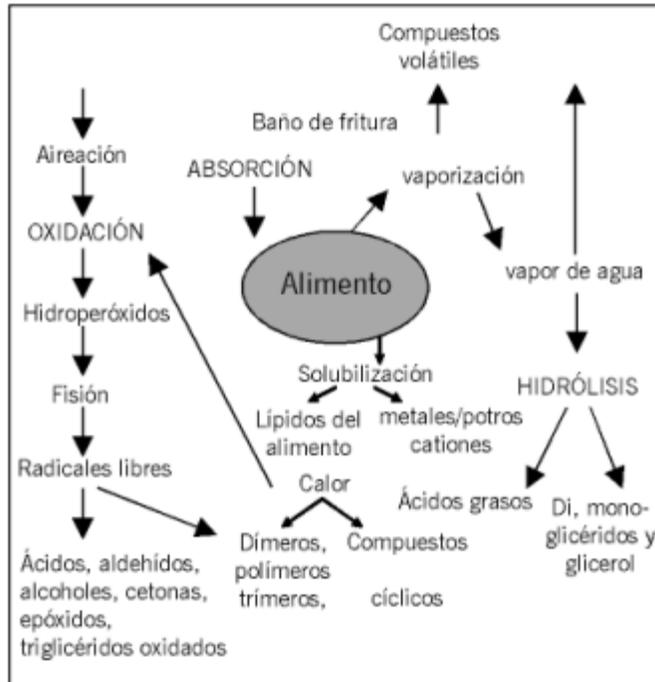


Figura 2. Reacciones que tienen lugar durante la fritura

1.4.2. Polimerización

Se trata de una reacción química de los ácidos grasos insaturados presentes en el aceite de cocinar. Reaccionan para formar primero dímeros (dos moléculas grasas conectadas) y luego polímero (múltiples moléculas conectadas) triglicéridos. Esta reacción se debe a la influencia del calor, de metales pesados (Cu, Fe) o de la luz y mediante la rotura del enlace múltiple.

El aceite se vuelve más viscoso y, por lo tanto, es más difícil que se evapore el agua del aceite, y al igual que sucede con el aceite nuevo, el calor no accede al alimento de forma adecuada, no se produce la reacción de oscurecimiento y el alimento se apelmaza y se seca.

Al mismo tiempo, el aceite tiende a pegarse al alimento cuando se saca de la freidora, lo que supone un gasto mayor de aceite cuando este está usado que cuando es nuevo.

Después de la polimerización, se reduce la cantidad de sustancias volátiles en la superficie de la grasa. Por lo tanto, las grasas más usadas forman menos humos.

Aparte del cambio de color, las grasas de cocinar con una elevada proporción de polímeros se caracterizan por la formación de una fina capa de espuma. (Co., 2015)

1.4.3. Hidrólisis

La hidrólisis inicialmente está provocada por la adquisición de agua del producto que se fríe y sustentada posteriormente por ciertos productos como los rebozados.

La permeabilidad de agua pueda tener efectos beneficiosos en las grasas.

El contenido en agua, al evaporarse a través de las grasas de cocinar, suelta monoglicéridos, diglicéridos y ácidos grasos libres.

Si se añaden compuestos de los rebozados del producto que se fríe a los aceites de cocinar, se crea una bruma de los ácidos grasos. Esto en hidrólisis se conoce como “saponificación”. Un ingrediente de los rebozados es el sodio. Si el rebozado reacciona con el ácido graso, se forman pequeñas cantidades de lo que se conoce como cuajada. (Co., 2015)

2. Conocimientos técnicos previos

2.1. ¿Porque hay que medir?

En las reacciones descritas se generan diversos productos de degradación en la grasa. Se les conoce con el término colectivo ingles “Total Polar Materials” (Contenido total de componentes polares) TPM. El TPM es el término genérico para los ácidos grasos libres, mono y di glicéridos, así como para una variedad de productos de oxidación (aldehídos o cetonas).

Los estudios han demostrado que la grasa estropeada es responsable entre otras cosas, de dolores abdominales severos e indigestión.

De acuerdo con una declaración del grupo de trabajo de expertos en química de los alimentos (ALS, Boletín Oficial de Salud) la grasa de fritura con más de 24% TPM se considera no comestible (en Alemania) una violación de esta norma acarrea multas.

Porcentaje de compuestos polares	Clasificación de la grasa
menos de 1 – 14 % TPM	grasa de fritura no usada
14 – 18 % TPM	ligeramente usada
18 – 22 % TPM	usada, pero todavía apta
22 – 24 % TPM	muy usada, renovar la grasa
más de 24 %*	grasa de fritura gastada
*Este valor depende de las respectivas normativas nacionales. Varía entre 24 y 30 % TPM según el país (véase el resumen en la página 33).	

Figura 2. Clasificación de la grasa

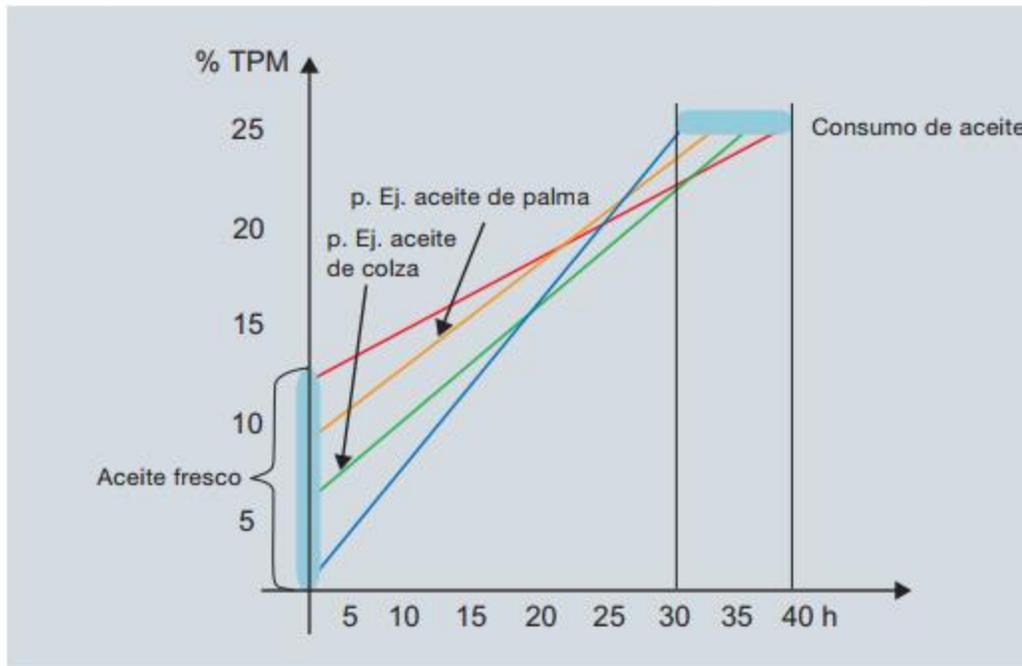


Figura 3. Valores iniciales/finales en función del tiempo de funcionamiento. Los valores iniciales y tiempos de funcionamiento presentados aquí deben tomarse como ejemplos ilustrativos.

2.2. Diferentes métodos de medición

A continuación se presentarán, además de los métodos de cromatografía en columna y capacitivos para determinación del valor de TPM, también métodos para la determinación de los ácidos grasos libres, abreviadamente FFA. En muchos países constituyen el método oficial para determinar el envejecimiento de la grasa, lo cual es solo parcialmente correcto

2.2.1. Columna cromatografica para determinar los componentes polares

La columna cromatografica mide los componentes polares (ácidos grasos libres, monoglicéridos y diglicéridos) de las grasas.

En muchos países, la columna cromatografica es el método oficial para la medición de componentes polares, el contenido en TPM se especifica cómo %TPM o en algunos casos TPC.

Pasos para la medición

- Introducir una muestra de grasa en la fase estacionaria de la columna
- La muestra se desplaza por la columna, reteniendo los componentes polares en la fase estacionaria y recogiendo los componentes apolares en el fondo.

- Una vez desplazada la muestra correctamente se pesa la grasa residual para determinar el nivel de componentes apolares. Restando este peso del total, se obtiene el nivel de componentes polares.

Desventajas de esta medición

- Complejidad en el procedimiento de medición la medición no debe efectuarse por personas no cualificadas.
- Poca reproducibilidad de los resultados en casos determinados cuando se usan diferentes tipos de fase estacionaria. La cromatografía separa de acuerdo a la polaridad.
- La proporción extremadamente diferente entre componentes polares y apolares puede significar que una misma muestra estudiada en diferentes laboratorios puede producir diferentes resultados. (AGRO)

2.2.2. Medición capacitiva de los TPM

Basada en la medición de la constante dieléctrica, se aplica un voltaje entre ambas placas de condensador. Estas placas se cargan hasta que se alcanza una determinada carga eléctrica. A medida que la carga se incrementa, los componentes polares de la grasa se alinean progresivamente. El polo positivo de los materiales se desplaza hacia la placa negativa y viceversa. Una vez se ha cargado el condensador, este dispone de una cierta capacidad dependiente del dieléctrico en este caso el aceite. A mayor cantidad de componentes polares en el aceite, mayor capacidad del condensador.

2.2.3. Tiras reactivas para la medición de ácidos grasos libres

Los ácidos grasos libres de una grasa sin calentar se pueden medir mediante una tira reactiva.

Pasos de medición

- La tira reactiva cambia de color según el contenido en ácidos grasos libres.
- Se compara la tira con una escala de colores apropiada, determinando el contenido de ácidos grasos libres.

Nota. La medición de los ácidos grasos libres solo es viable si la grasa todavía no se ha calentado. Resulta desaconsejable utilizar solo la medición de ácidos grasos libres para determinar el grado de descomposición de la grasa ya calentada.



2.2.4. Color del aceite

(AGRO)El color puede variar de un aceite a otro. Si el color del aceite fresco es más oscuro del deseado, se necesitan comprobaciones adicionales, como la medición de los ácidos grasos libres. El color del aceite es un indicador de la calidad y frescura del mismo.

Nota: en el caso del aceite de cocinar, el color se cambia primero por los varios productos degradados del aceite y segundo por los ingredientes que pueden pasar al aceite del producto que se está friendo.

El oscurecimiento del aceite no significa necesariamente que ya no se pueda usar más, por lo que no es aconsejable utilizar la comprobación visual para determinar el grado de descomposición.

2.2.5. Identificación del punto de humo

El punto de humo es la temperatura más baja de un aceite o grasa calentada a partir de la cual se crea humo en su superficie.

El punto de humo de un aceite de cocinar debe ser como mínimo de 170 °C y no debe diferir en más de 50 °C de la temperatura de la grasa fresca para que esta todavía se pueda clasificar como utilizable.

El punto de humo se ve reducido por varias reacciones de descomposición que ocurren en el aceite antes y durante la fritura, de la forma que el aceite empieza a humear a más bajas temperaturas.

El punto de humo se debería comprobar siempre mediante el uso de un termómetro externo para obtener la información más veraz acerca de la temperatura a la que ocurre dicho punto. (AGRO)

Nota: a mayor disminución del punto de humo, mayor riesgo que arda la grasa.

2.2.6. Grado de acidez

El grado de acidez indica la cantidad de hidróxido de potasio por miligramo que se necesita para neutralizar los ácidos grasos libres contenidos en un gramo de grasa.

Se añade hidróxido de potasio gota a gota a una muestra de la grasa hasta que se aprecia un cambio de color según la escala. No obstante, el grado de acidez no es adecuado por si solo como indicador de la calidad del aceite. (AGRO)

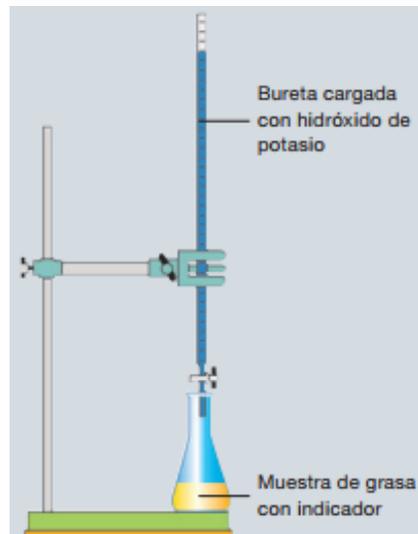


Figura 4. Instrumental de titulación

2.2.7. Índice de yodo

El índice de yodo indica cuantos gramos de yodo absorbe la grasa. A mayor cantidad consumida, mayor es la frescura del aceite medido.

El índice de yodo se determina mediante la titulación análogamente al índice de acidez. (AGRO)

2.2.8. Índice de peróxido

El cálculo del índice de peróxido es el test clásico para la medición de la oxidación del aceite fresco. Sin embargo, no proporciona ninguna información acerca del grado de descomposición de la grasa ya que el índice puede variar ostensiblemente.

El índice de peróxido se determina mediante titulación. El aceite debe estar frío para el cálculo ya que el test es extremadamente sensible al calor. (AGRO)

2.3. El medidor de la calidad de aceite de fritura TESTO 270

Con el testo 270, el usuario tiene la posibilidad, por un lado, de brindar a sus clientes alimentos fritos de forma impecable con un máximo grado de sabor, y por otro lado, de actuar dentro de las recomendaciones legales. El resultado también es notorio en el aspecto de la rentabilidad, ya que con el Testo 270 el gasto en aceite de fritura se puede reducir hasta en un 20%.

Parámetros de medición “Total de material polar”

El valor TPM, como ya se ha descrito, puede ser determinado ya sea por cromatografía en columna o por medio de una medición capacitiva, el medidor de calidad el aceite de fritura utiliza el principio de la medición capacitiva. Como condensador se utiliza un

condensador de placas. Debido a su gran superficie, ofrece la ventaja de poder medir de una vez la mayor cantidad posible de componentes polares.

Como material de soporte para el condensador de placas se utiliza un material cerámico, al que se le colocaron las redes de circuitos de oro con la ayuda de un procedimiento especial.

2.3.1. Magnitud de temperatura

La constante dieléctrica depende de la temperatura, y por tal motivo, en la parte posterior de la placa cerámica se encuentra un sensor de temperatura. Esta hecho de metal y oro y, como los circuitos conductores impresos, fue aplicado a la placa cerámica por medio de un procedimiento especial. (Co., 2015)

2.3.2. Visión general del medidor de la calidad de aceite de fritura Testo 270

El medidor de la calidad e aceite de fritura testo 270 es un instrumento de medición de gran robustez para la comprobación rápida del estado de descomposición de grasas de fritura.

Debido a las pilas de alimentación con pilas y al sensor incorporado, el dispositivo es portátil y no tiene cables molestos. El envejecimiento de la grasa se puede medir de forma rápida y sencilla, y sin larga espera. Si hay varias freidoras cuyo contenido se vaya a comprobar en cuanto al valor TPM, esto se puede hacer sin tener que enfriar antes el sensor. Solo se recomienda tamponar cuidadosamente el sensor con papel de cocina, siempre con precaución de quemaduras.

En la pantalla digital de dos líneas se visualizan el valor TPM medido en % y la temperatura. Con ello se puede determinar, además del envejecimiento de la grasa, también la temperatura. Gracias a su gran pantalla, los valores se pueden leer de forma rápida y fácil también en lugares oscuros. (Co., 2015)



Figura 5. Testo 270



3. Bibliografía

AGRO, I. (s.f.). *Componentes Polares Totales*. Obtenido de https://www.infoagro.com/instrumentos_medida/doc_aceites_medir_compuestos_polares_totales.asp

Co., T. S. (2015). *Medicion del aceite de fritura*.

GIMIN. (29 de 03 de 2021). *Grupo de Instrumentación y Medición Industrial de México S.A. de C.V.* Obtenido de Grupo de Instrumentación y Medición Industrial de México S.A. de C.V.: <https://gimim.com/blog/2021/03/29/calidad-y-ahorro-del-aceite-de-fritura/#:~:text=La%20medici%C3%B3n%20de%20la%20calidad,demasiado%20pronto%20o%20demasiado%20tarde>.

Zambrano, L. &. (2009). *Cambios quimicos de los aceites comestibles* . *Revista con ciencia*.



3-3433818



Av. Beni, C/ Mururé, 2055.
Santa Cruz, Bolivia.



HELIOS