



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL

DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

“EFECTO DEL SECADO PREVIO Y TIEMPO DE FRITURA EN LAS
CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y ACEPTABILIDAD SENSORIAL DE
HOJUELAS DE PAPA FRITA (*Solanun Tuberosun*) VARIEDAD YUNGAY.”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL

AUTOR:

MANUEL MERCEDES SANTISTEBAN CRESPIN

ASESOR:

ING. MARÍA ELENA LEÓN MARROU

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

PROCESOS AGROINDUSTRIALES

Trujillo – Perú

2019

TESIS

EFFECTO DEL SECADO PREVIO Y TIEMPO DE FRITURA EN LAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y ACEPTABILIDAD SENSORIAL DE
HOJUELAS DE PAPA FRITA
(*Solanun Tuberosun*) VARIEDAD YUNGAY

PRESENTADO POR

SANTISTEBAN CRESPI, MANUEL MERCEDES

APROBADA POR

ING. GABRIELA DEL CARMEN BARRAZA JAUREGUI

ING. SANDRA ELIZABETH PAGADOR FLORES

ING. MARÍA ELENA LEÓN MARROU

DEDICATORIA

Con mucho cariño a mis padres José Manuel Santisteban Santisteban por ser mi apoyo y dejarme tomar mis propias decisiones. A mi madre Margarita Crespín Maldonado por ser mi fortaleza, y darme las ganas de seguir adelante. A mi esposa Denisse Mantilla Briceño por brindarme todo su apoyo.

AGRADECIMIENTO

A nuestro señor Dios por darme la fortaleza y las ganas para seguir con este sueño luchando. A mis padres porque sin ellos nada hubiera sido posible. A la MSc. Gabriela Barraza Jáuregui por su asesoramiento y apoyo. Al Ing. Sandra pagador por su apoyo incondicional durante el desarrollo de este proyecto

A la MSc. María Elena Marrou Leon por su apoyo durante el desarrollo de esta investigación. Al Ing. Villacorta González Misael por brindarme siempre los laboratorios a cualquier hora para mis análisis.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Santisteban Crespín Manuel Mercedes con DNI N° 46120434, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Agroindustrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a todo lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo,del 2019

SANTISTEBAN CRESPIN, MANUEL MERCEDES

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado, presento ante ustedes la Tesis titulada: “Efecto del secado previo y tiempo de fritura en las características fisicoquímicas y aceptabilidad sensorial de hojuelas de papa frita (*solanun tuberosun*) variedad yungay.”, con la finalidad de evaluar el efecto del secado previo y tiempo de fritura en las características fisicoquímicas y aceptabilidad sensorial en hojuelas de papa frita (*solanum tuberosum*)variedad Yungay., en cumplimiento del Reglamento de Grado y Titulo de la Universidad Cesar Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

ÍNDICE

Dedicatoria	III
Agradecimiento	IV
Declaración de autenticidad	V
Presentación.....	VI
Índice	VII
Índice de cuadros	VIII
Resumen	IX
Abstract.....	X
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. MARCO METODOLÓGICO	20
2.1. Variables.....	20
2.2. Operacionalización de variables.....	21
2.3. Metodología	22
2.3.1. Tipos de estudio	22
2.3.2. Diseño de investigación.....	22
2.3.3. Metodo experimental	24
2.4. Población, muestra y muestreo	27
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
2.6. Métodos de análisis de datos	28
III. RESULTADOS	29
3.1. Humedad	30
3.2. Absorción de aceite	32
3.3. Crocantes	34
3.4. Color.....	36
IV. DISCUSIÓN.....	39
V. CONCLUSIONES	42
VI. SUGERENCIAS	43
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
VIII. ANEXOS	48

ÍNDICE DE CUADROS

Esquema N° 1. Operacionalización de variables	21
Esquema N° 2. Resultados de humedad final y absorción de aceite en hojuelas de papa frita variedad Yungay.....	29
Esquema N° 3. Análisis de varianza para humedad final en hojuelas de papa frita.....	31
Esquema N° 4. Análisis de Duncan para humedad final en hojuelas de papa frita.....	31
Esquema N° 5. Estudio de varianza para absorción de aceite en hojuelas de papa frita....	33
Esquema N° 6. Análisis de Duncan para absorción de aceite en hojuelas de papa frita....	33
Esquema N° 7. Análisis de Friedman para crocantes en hojuelas de papa frita.....	35
Esquema N° 8. Análisis de Wilcoxon para crocantes en hojuelas de papa frita	35
Esquema N° 9. Análisis de Friedman para color en hojuelas de papa frita.....	37
Esquema N° 10. Análisis de Wilcoxon para color en hojuelas de papa frita	38

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo evaluar el efecto del secado previo y tiempo de fritura en las características fisicoquímicas y aceptabilidad sensorial de hojuelas de papa frita (*Solanum Tuberosum*) variedad Yungay.

Los resultados reportaron que existieron diferencias significativas ($p < 0,5$) del efecto del secado (60% y 80% de humedad inicial y tiempos de fritura) (2,0; 2,5 y 3,0 min) sobre el % de humedad final, % de absorción de aceite y aceptabilidad sensorial de hojuela de papa frita (*Solanum Tuberosum*) variedad Yungay.

Las muestras con secado previo (60% de humedad inicial) reportaron un tiempo de fritura de 2 minutos un menor % de absorción de aceite de 14,53% y 4.27 de humedad final.

Las muestras de hojuelas con 80% de humedad son las que reportaron mayor aceptabilidad sensorial con respecto al color (2,0 min de fritura) y crocantes (3,0 min de fritura)

Palabras claves: papa variedad Yungay, hojuelas, absorción de aceite, humedad final, crocantes, color.

ABSTRACT

The present research was to evaluate the effect of pre-drying and frying time on the physicochemical characteristics and sensory acceptance of chips fried potato (*Solanum tuberosum*) variety Yungay.

The results indicated that significant differences ($p < 0.5$) the effect of drying (60% and 80% initial moisture and frying times) (2.0; 2.5 and 3.0 min) on% final moisture% oil absorption and sensory acceptability of flake fried potato (*Solanum tuberosum*) variety Yungay.

Samples with preliminary drying (60% initial moisture) reported a frying time 2 minutes a lower% absorption 14.53% oil and 4.27 final moisture.

The samples of chips with 80% humidity are reporting increased sensory acceptability with respect to color (2.0 min frying) and crispy (3.0 min frying)

Keywords: potato variety Yungay, flakes, oil absorption, final, crisp, color moisture.

I. INTRODUCCION

1.1. Realidad Problemática

El tubérculo más procesado es la patata industrialmente, en especial como snack o papas lays. El término snack es difícil de definir y se refiere a productos cocinados muy aceptables en almidón de muchas maneras; lo cual es industrializado en pequeñas raciones manejables, y su propósito es satisfacer en un corto tiempo el hambre.

Las peculiaridades más resaltantes en una papa frita son la calidad nutricional y el sabor. Es de suma importancia resaltar el hábito que se ha creado a nivel infantil de consumir snack o papas fritas entre alimentos, esto podría ser un vehículo para lograr aumentar el consumo de fibra dietética y vitaminas en los pequeños (Pacheco et al., 1997). Lawson y Cross et al., 1994 1995) señala la gran utilidad de los hábitos alimenticios del uso de los vegetales.

Las papa fritas es de agradable sabor y del tipo de aceite utilizado y el tiempo de calentamiento va depender la calidad. (Pérez et al., 1991y Melton et al., 1994.). uno de los factores más relevantes es la textura en la determinación de hojuelas fritas y depende del procesamiento y de la calidad del material fresco (Du Pont et al., 1992).

Industrialmente la temperatura adecuada de 200 °C se debe freír las patatas (Goerthart, 1985). Durante la fritura a altas temperaturas (185 °C) por 10 min, el proceso de oxidación es más rápido que durante la fritura a bajas temperaturas por corto tiempo (Johansson y Haglung 1993). El trabajo se realizará con el propósito principalmente de diversificar el consumo de tubérculos (papa) elaborando papa fritas en rebanadas, iniciando de la papa frita a través de dos pasos tecnológicos, estudiando los cambios físico-químicos y la composición química durante el almacenamiento para su análisis sensorial en las rebanadas.

1.2. Trabajos Previos

En la actualidad existen estudios relacionados al tema de fritura de tubérculos como el reportado por (Avalos, 2014) quien evaluó el efecto del tiempo de fritura y un secado previo sobre las características sensoriales y fisicoquímicas en hojuelas de

patata frita denominada Huevo de indio. Muestras de patata oriundas de la ciudad de otuzco las cuales se escogieron, seleccionadas, peladas, lavadas y cortadas y previamente secadas sometiendo a tratamiento térmico de fritura (190 °C, 2 minutos; 190 °C, 2.14 minutos y 190 °C, 2.32 minutos). Antes del proceso de fritura, parte de las muestras fueron sometidas a un proceso de secado a 65 °C en un tiempo de 40 min, logrando 65% de humedad. En el análisis de varianza el secado previo y el tiempo de freír afectó significativamente la absorción del aceite, contenido de humedad, y a la aceptabilidad general de las hojuelas de patata frita. Se determinó a más tiempo de la fritura, menor contenido de agua final en las rodajas de patata. También se estableció que el contenido de humedad final es mucho menor en las muestras que tuvieron un secado previo. La solidez de las rodajas de patata se elevó con los minutos en el momento de la fritura en las muestras con secado previo y sin previo secado. Se determinó bajos valores de impregnación de aceite en las rodajas de patata frita con tratamiento de pre secado y tiempo de fritura, siendo el tratamiento C,t1, cual mostró el mínimo valor de impregnación de aceite, a diferencia de los otros. Además, se dice hubo mayor impregnación de aceite a medida que pasa los minutos de fritura. Las rodajas de patata expuestas a un previo secado facilitaron rodajas de patata frita con bajo contenido de agua, una mayor aceptabilidad general de rodajas de papa (*Solanum tuberosum*) frita variedad huevo de indio.

De la misma manera Troncoso *et al.* (2008) evaluaron el efecto de diferentes condiciones de proceso en las propiedades físicas y sensoriales de las papas fritas. Las rodajas de papa se cortaron a un diámetro de 30 mm y espesor de 3 mm, fueron pre-tratadas de la siguiente manera: (i) rebanadas blanqueadas sin secado previo; (ii) rodajas escaldadas en agua a 85 °C por 3.5 min y secados con aire caliente a 60 °C hasta una humedad final contenido de 0.6 kg de agua/kg de sólido seco; (iii) tratamiento control de rebanadas blanqueadas en 3.5 kg/m³ de solución de metabisulfito de sodio a 20 °C durante 3 min, donde el pH se ajustó a 3.0. Las rebanadas pre-tratadas se frieron en 120 y 140 °C bajo condiciones de vacío (5.37 kPa, presión absoluta) y bajo presión atmosférica hasta que llegaron a un contenido de humedad final de 1.8 kg agua/100 kg (base húmeda). Un diseño experimental (3x2³) se utilizó para analizar el efecto de pre-tratamiento, tipo de freído y

temperatura de freído, para las variables respuesta: contenido de aceite, color instrumental, textura y evaluación sensorial. La fritura al vacío incrementado significativamente ($p < 0.05$) el contenido de aceite y la disminución de color instrumental y los parámetros de textura. Atributos sensoriales, sabor y aceptabilidad general, fueron significativamente mejorando usando fritura al vacío. La temperatura de fritura más alta (140 °C) aumentó la fuerza máxima de ruptura, la dureza y la crocantes; y la disminución de valores de b^* y L^* . Por otro lado, una gran mejora en los parámetros de color de las rodajas de papas se obtuvo utilizando sulfitos en lugar de los otros tratamientos previos. Aunque, el mejor sabor se obtuvo para las papas fritas control, no se encontraron diferencias significativas para la aceptabilidad general entre el control y las papas fritas sulfitadas. Se encontraron correlaciones significativas ($p < 0.01$) entre las respuestas sensoriales e instrumentales.

Por otro lado Moyano y Pedreschi (2005) evaluaron el efecto del tratamiento de pre-secado en la textura y la impregnación de grasa en rodajas de papa blanqueadas y sometidas a fritura. Antes de freír, las rodajas de papa (variedad Panda, diámetro: 37.0 mm, ancho: 2.2 mm) se blanquearon en agua a 85 °C durante 3.5 min. Además, se secaron con aire hasta alcanzar un contenido de humedad de 60 g/100 g en base húmeda. Las rodajas blanqueadas de papa secas y sin secado previo se frieron a 120, 150 y 180 °C hasta alcanzar contenidos de humedad de 1.8 g/100 g (base húmeda). La textura y contenido de aceite de las rodajas de papa se midieron periódicamente durante la fritura. La fuerza máxima normalizada fue el parámetro utilizado para modelar los cambios de textura en las rodajas de patata durante la fritura en tanto el proceso de ablandamiento del tejido inicial y el proceso de desarrollo de la corteza posteriormente. Tanto la temperatura de fritura y el tratamiento de pre-secado tuvieron un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la textura experimental y la absorción del aceite en rodajas de papas fritas. Al freír a 120 °C, las papas fritas eran crujientes y contenían más aceite que los fritos a 180 °C. El secado previo disminuyó drásticamente la absorción de aceite y aumentó significativamente ($p < 0.05$) la nitidez de las rodajas de patata blanqueadas después de la fritura.

En otras investigaciones Sukumar *et al.* (2009) evaluaron la cinética de deterioro del aceite en la superficie, así como, en la estructura durante la fritura de las rodajas de papa a altas temperaturas (100, 120, 140, 160 y 180 °C) en comparación con los controles. Después de la fritura, el aceite presente en la superficie migra a la estructura debido a la condensación de vapor en el interior del producto resultante en la creación de un vacío. Sin embargo, el aceite presente en la superficie no tiene que migrar dentro de la estructura, si el producto frito se lleva a cabo a temperaturas elevadas. Además, el exceso de aceite, que no migran en la estructura, se puede retirar por papel absorbente. El coeficiente de la partición de aceite es definido como la proporción de aceite presente en la superficie de la estructura. Durante la fritura de las muestras a 180 °C se encontró que era 3.06, mientras que el coeficiente de partición de la muestra mantenida a temperatura ambiente era de 0.53, lo que indica la disponibilidad de aceite en la superficie del producto frito a temperatura elevada. La fritura del producto a 180 °C, seguido de la extracción del aceite de la superficie con papel absorbente reduce el contenido en aceite del producto final de 0.440 a 0.332 kg de aceite/kg de sólidos secos.

1.3. Teorías Relacionadas al tema

Existen alrededor de 4000 diversidades de papa (*Solanum tuberosum*), que exhiben una masiva variedad que muestra este cultivo genéticamente. Esta riqueza en variedad está resguardada, en gran medida por las acciones de los pequeños agricultores que se ubican en la región sierra. En relación al cuidado de las semillas, es los que ha consentido el sostenimiento de la cuantiosas diversidades del cultivo de papa, adecuadas a diversos climas, y campos (Avalos, 2014).

Los cambios pueden ser en volumen, forma, color o textura. El destino y el tipo de dispendio que penetra el producto dependen estas características. Se cocina de distintas maneras de acuerdo a las tradiciones de cada lugar (Borba, 2007).

Es un tubérculo de admosferas frio-templado, siendo los climas eficientes para la cultivación lo cual está a 13 y 18 °C. Al generar la siembra el clima del terreno debe estar mayor de 8 °C, con temperaturas respectivamente frescos (Sánchez, 2002). La clasificación taxonómica de la papa se presenta en el Anexo 1.

La siembra de la papa variedad Yungay se recomienda en sierra, por su periodo vegetativo tardío (6 - 7 meses), no es preferible sembrarla en costa. Las plantas son altas, con floración abundante y regular producción de frutos, flor roja violácea, los tubérculos son ovales y chatos; piel amarillenta con pigmentos rojizos en los ojos que son superficiales; pulpa amarillenta y brotes rojizos. Se le conoce como "papa chola" por ser tolerante a condiciones adversas de suelo, clima y parásitos. Estolones largos que "escapan" y se convierten en tallos aéreos pero no reducen la producción, además de presentar buena capacidad de conservación en almacenamiento (Egúsquiza y Catalán, 2011).

Para hojuelas de papa (chips) se exige una forma redonda con un tamaño de tubérculo entre 40 y 50 mm de diámetro, para papas a la francesa (palitos o bastones) formas oblongas alargadas mayores de 55 mm de largo y para papas en conserva, por debajo de 35 mm.

La fritura es un procedimiento fisicoquímico en donde el alimento al ser sometido a la fritura (patata) se expone a la temperatura elevada con el fin de cambiar la forma del alimento, impermeabilizándolo de todos modos, para evitar la disminución de agua presente en el alimento. De esta manera, es probable mantener muchas de las características propias del producto. Enriqueciendo en la mayoría de los casos el sabor, textura, color y aspecto. Numerosos variantes conducen el avance del procedimiento y llevan a la optimización de las limitaciones de fritura para cada alimentos, como la temperatura y tiempo de fritura, material del recipiente donde se realiza la fritura, composición del aceite, aditivos, relación en superficie humedad inicial, volumen y composición de la fracción lipídica (Moncada 2007).

De esta manera se logra un alimento gustoso, que sin duda alguna favorece al éxito de consumo de los alimentos fritos. El proceso de fritura demanda un periodo corto de elaboración y otorga al producto una textura y aroma deliciosa, beneficiando la digestión de algunos nutrientes. El procedimiento térmico, elimina toxinas, bacterias y enzimas, también de reducir la humedad del producto. Para obtener un procedimiento de fritura conveniente es importante sumergir el producto en un líquido que logre conservar una temperatura firme y alta sin perder las particularidades nutricionales del mismo, por efecto del calentamiento.

(Avalos, 2014).

Un medio de fritura es el aceite en la producción de rebanadas fritas, el rol que tiene en su proceso es triple: opera como un conducto de transferencia de calor, y como ingrediente del alimento ya freído y por el es absorbido. Esta operación tiene un interés ya que su grado de alteración y su estabilidad del aceite influyen directamente en la calidad del alimento y su permanencia. (Coello, 2008).

La relevancia del aceite empleado en la fritura es determinante por la calidad gustativa y nutricional de la fritura, además por cantidad de producción y la ganancia.

El freír es una forma rápida por inmersión, y el producto sea frito de forma pareja por todos sus lados, ya que todo el producto es sumergido dentro del aceite caliente. La fritura por inmersión, implica la transferencia directa de calor del aceite caliente al alimento frío. Esto se lleva a cabo en los procedimientos de elaboración de alimentos, en una extensa diversidad de freidoras. La grasa se calienta directamente, bien por elementos eléctricos de calentamiento o por una llama de gas dentro de tubos que van a través o alrededor del recipiente. El calor es regulado por termostatos, los cuales envían calor eléctrico o de gas al aceite de fritura para mantener la temperatura deseada.

Coello (2007) menciona que no todas las alteraciones que tienen lugar en el aceite y en el producto mientras las frías son negativas. De hecho, algunos de estas alteraciones son necesarios para que los alimentos fritos puedan adquirir sus valores sensoriales típicos. Por otro orden, una descomposición muy notoria, debido a una inspección mal adecuada del proceso de freír, puede dañar a la calidad sensorial del producto, así que por lo consiguiente su valor nutricional. Las alteraciones químicas y físicas que soporta el aceite freír se ven influidos por muchos puntos de la producción. Los compuestos formados dependen de la estructura del aceite y la del producto a freír. Los largos periodos de fritura y las altas temperaturas y los contaminantes metálicos promueven la alteración de los aceite. Además es de mucha significado el tipo de la máquina freidora. Los elementos de importancia son la etapa del calentamiento continuo, la existencia o no de antioxidantes y el ritmo constante del cambio del aceite..

Una composición especialmente complicada que se puede formar en un proceso de fritura es la acrilamida. La creación de la sustancia acrilamida es producido durante la producción de cambio de color a oscuro por la reacción de Maillard debido a la variación del azúcar reductor es con la asparaguina a calentura o temperatura por encima de 120 °C. Es de suma importancia inspeccionar su creación porque se estima un componente carcinogénica (Fennema, 2000).

Pedrechi y Moyano (2006) comentan que los tubérculos fritos contienen una gran cantidad de grasa que oscila entre 35 - 45 % brindándole al alimento un sabor y una textura que los hacen muy ricos. Entre estos últimos años, la favoritismo del público que lo consume aumentó por los alimentos con poco aceite o sin grasa; esto ha estimulado para que las industrias de alimentos como las hojuelas de papas fritas, logren promover hojuelas de patata fritas con un contenido de grasa menor y sigan teniendo un sabor y una textura aceptable. Además se dice que existen diferentes aceites exteriores de hojuelas de patata durante el proceso de la fritura, pudiéndose determinar cómo proceso de diferentes formas como: aceites estructurales; siendo un aceite que impregna durante el proceso de la fritura, el aceite que se adhiere por succión en las papas fritas durante el reposo después de ser retirado de la olla freidora, que es el líquido de aceite que queda en la superficie.

1.4. Formulación al Problema

¿Cuál es el efecto de un secado previo y tiempo de fritura en las características fisicoquímicas y aceptabilidad general en hojuelas de papa frita (*Solanum Tuberosum*) variedad Yungay?

1.5. Justificación del estudio

Un estudio global sobre preferencias en el consumo de tubérculos permite mencionar que ocurren cambios significativos en las tradiciones de consumo. Quienes cumplen dos principios principales. Por un lado, conocemos que a medida que incrementa la entrada de los consumidores, minimiza el gasto de productos farináceos y se eleva el ingreso económico por alimentos con mayor aceptabilidad en proteínas tales como hortalizas, frutas, leches y carnes. Existe excepciones en esta regla, ha sido muy estable el patrón de conducta, por otro lado básico es que las poblaciones tienden a variar su método de consumo sometiendo nuevos alimentos en su dieta habitual.

En los países en crecimiento, el tubérculo no se utiliza como un alimento primordial, sino como un tubérculo nutritivo de mucho valor que es sometido a la dieta a medida que los ingresos incrementan (Islas *et al.*, 2008).

En la elaboración de papas fritas muestra parámetros de tiempo de las frituras y temperatura que perjudican el alimento y su calidad final. Elementos de suma importancia en la calidad son el contenido de humedad, la aceptabilidad general, la adsorción de aceite y la firmeza de las hojuelas fritas en su etapa final. Las papas fritas y su calidad puede mejorarse favorablemente si se hace un cambio en el proceso y en las etapas de la producción, por ejemplo, un previo secado al inicio del proceso (Avalos, 2014).

Teniendo como respuesta a priori que con el porcentaje de humedad de 60% y tiempo de fritura de 2.5 min se obtendrá menor porcentaje de aceite, humedad final, y una aceptabilidad sensorial mayor en crocantes y color en hojuelas de papa frita (*Solanum Tuberosum*) variedad Yungay.

1.6. Hipótesis

El secado previo y tiempo de minutos, permitirán obtener un porcentaje de aceite menor y una de humedad y una aceptabilidad general mayor en hojuelas de papa frita de variedad Yungay.

1.7. Objetivo

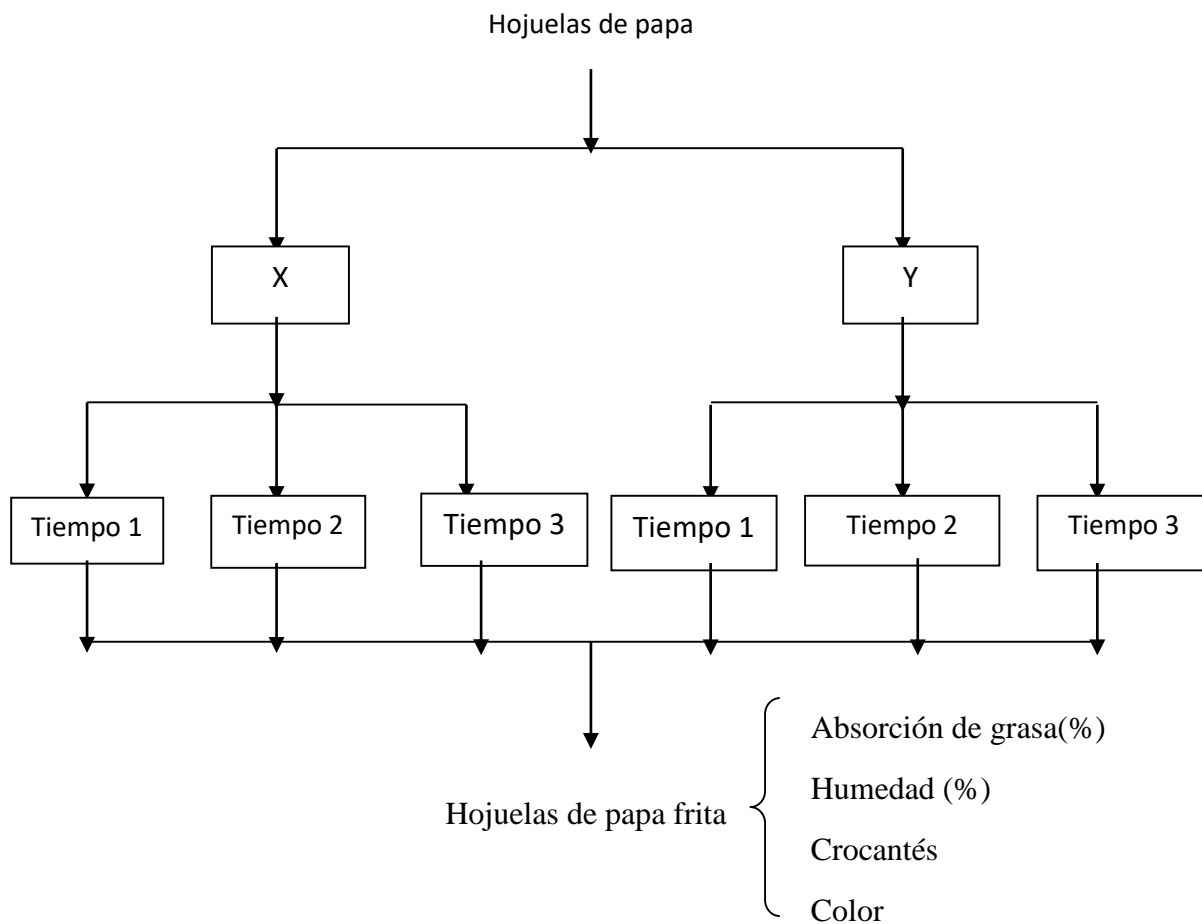
El objetivo general planteado fue determinar el efecto del secado previo y tiempo de fritura en minutos en el contenido de humedad final, absorción de aceite, crocantes y color en hojuelas de papa frita (*Solanum Tuberosum*) variedad Yungay. Y como objetivos específicos:

- Determinar el secado previo y tiempo de fritura que permita obtener una humedad final menor en hojuelas de patata frita (*Solanum Tuberosum*) Yungay.
- Determinar el porcentaje de humedad y tiempo de fritura en minutos que permita obtener bajo absorción de aceite en hojuelas de papa frita (*Solanum Tuberosum*).
- Determinar el porcentaje de humedad y tiempo de fritura que permitiera tener mucho mayor aceptabilidad sensorial en crocantes y color en hojuelas de papa frita (*Solanum Tuberosum*) variedad Yungay.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

Este diseño experimental encaja a un diseño bifactorial con variables independientes: porcentaje de humedad (60 y 80%) y tiempo de fritura (2.0, 2.5 y 3.0 min) con tres repeticiones haciendo un total de 18 tratamientos y como variables dependientes al porcentaje de humedad final, absorción de aceite, crocantes, color. En la imagen 1, se presenta el esquema experimental de la elaboración hojuelas del proceso



Dónde:

X: Humedad inicial de 60% (secado previo)

Y: Humedad inicial de 80% (secado previo)

t₁: tiempo de fritura de 2.0 min

t₂: tiempo de fritura de 2.5 min

t₃: tiempo de fritura de 3.0 min

Figura 1. cuadro experimental para el proceso de hojuelas de papa frita.

Método experimental

Diagrama para la fabricación de hojuelas de patata frita se observa en la imagen.

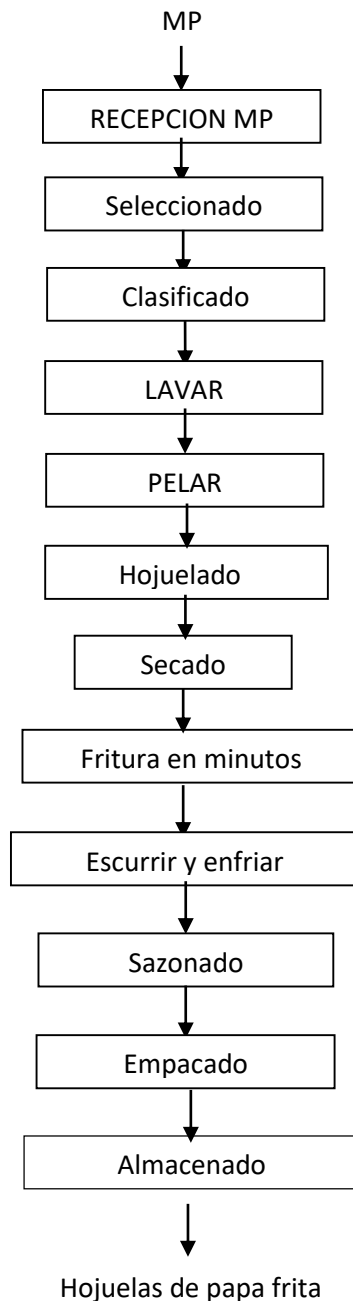


Imagen 2.Esquema de flujo para el proceso de hojuelas de patata frita.

Descripción del flujograma para la elaboración de hojuelas de papa frita (*Solanum tuberosum*) (Pedreschi y Moyano, 2005; Moncada, 2011; Avalos, 2014):

Recepción

Se recepcionó los tubérculos, procediéndose a realizar una inspección de peso para determinar porcentaje de rendimiento.

Seleccionado

Se separaron los papas sanas de las que tienen defectos, separando aquellos que estaban con daños, con el fin de no ocasionar daños en la calidad del producto final.

Clasificado

Se clasificó al producto según calibres (7 - 13 cm, diámetro: 5 -7 cm, y un peso: 300 - 330g) y obtuvimos una muestra experimental de buena calidad.

Lavado y desinfectado

Se lava y se desinfecta para quitar la suciedad o residuos de contaminante adherido a la superficie, El lavado se realizó por inmersión en agua fría.

Pelado

Se retira la corteza manual con peladores de acero manuales. Las papas peladas fueron sumergidas en una solución de ácido ascórbico al 0.2% y ácido cítrico al 0.2%, durante 5 min.

Hojuelado

Se utilizó una cortadora manual para el hojuelado con cuchillas graduables

Secado

Se secaron las hojuelas de papa en una estufa a 60 °C hasta una humedad de 60% (base húmeda).

Fritura

La elaboración se hizo mediante un sistema de batch de 200 g cada proceso, las hojuelas de patata fueron descargadas y totalmente sometidas al aceite de mesa en una olla freidora, como objetivo fue obtener un alimento con un proceso térmico uniforme dándole al alimento un aspecto y color uniforme. Este proceso se realizó a los tres tiempos (2.0, 2.5 y 3.0 min) dados en el diseño experimental y se utilizó un total de 3 L de aceite.

Ecurrir y enfriar

El aceite se retiró mediante unas rejillas de canastilla metálicas de la olla freidora. Esto se realizó con el único fin de retirar el excesivo aceite y poder mejorar su presentación. Se enfriaron poniendo las hojuelas recién fritas en un papel absorbente en una mesa de acero inoxidable limpias completamente a temperatura ambiente por 15 minutos.

Sazonado

En esta parte del proceso se añadió una proporción de sal de 1.6% con respecto al peso del alimento final con el fin de sazonar al producto terminado.

Oreado

Las hojuelas de papa frita se dejaron a enfriar a temperatura ambiente por 2 a 3 minutos.

Empacado

Las hojuelas ya fritas fueron envasadas en bolsas de polietileno. colocado el producto final en la bolsa y sellado herméticamente, para quitar menor cantidad de O₂ dentro de ella, y evitando su degradación.

Almacenado

Las hojuelas de papa fritas en su empaque de polietileno se almacenadas a temperatura ambiente (20 °C) hasta su estimación.

2.2. Variables, Operacionalización

Independiente

Secado previo

Tiempo de fritura (min)

Dependientes

Porcentaje de humedad final (%)

Porcentaje de absorción aceite (%)

Aceptabilidad sensorial

Operacionalización de variables

En el Cuadro 1 se presenta la operacionalización de variables

Cuadro 1. Operacionalización de variables

Variables		Definición conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
Independientes	Secado previo	Es la remoción de sustancias volátiles (a lo que llamamos humedad) de una mezcla que se encuentra en un producto solido por medio de calor.	Se secó las hojuelas en un secador por aire caliente a 60 °C.	%	Razón
	Tiempo de fritura	Tiempo de permanencia de un alimento en el aceite con la finalidad de lograr una cocción.	Se sometió a tiempos de (2.0, 2.5 y 3.0 min.).	min	Razón
Dependientes	Físico Químico	Humedad final	Cantidad de agua, o cualquier otro líquido que está presente en el interior de un producto o alimento	Se determinó por el método gravimétrico	% Razón

		Absorción de aceite	Cantidad de aceite absorbida por un alimento al ser sometido a una fritura.	Método de Soxhlet de la AOAC (1995)	%	Razón
Dependientes	Aceptabilidad sensorial	Crochantes	Percepción cuando alimento se quiebra en boca. Lo crocante se percibe directamente en los dientes y en este caso, el alimento tiene una densidad y contenido de agua adecuado.	Las hojuelas papas fritas fueron sometidas a evaluación por 50 jueces entrenados quienes emitieron concepto con respecto al	Calificación hedónica	Ordinal
		Color	Es la impresión que produce en la vista los rayos de la luz reflejada por un cuerpo, convirtiéndose así en un atributo del mismo y, por ende, en una propiedad sensorial:	desagrado o agrado. Se usó una escala hedónica de 9 puntos (“1=me disgusta muchísimo” a “9= me gusta muchísimo”)	Calificación hedónica	Ordinal

2.3. Población y muestra

La población fue constituida por papa (*Solanun Tuberosun*) variedad Yungay, que fue adquirido en el central de abastos zonal mayorista de la ciudad de Trujillo.

Durante el desarrollo de este estudio se usó como muestra 15 kilogramos de papa las cual se tuvo a temperaturas controladas a si asegurando que estén expuestas a contaminantes, trabajando con un muestreo no probabilístico por conveniencia teniendo en cuenta los criterios de selección.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Análisis de humedad

Método gravimétrico, según la A.O.A.C. (1995) ver Anexo 2.

2.4.2. Análisis de porcentaje de grasa

Método Soxhlet, según la AOAC (1995) ver Anexo 3.

2.4.3. Crocantes y color

La crocantes y color fueron evaluados mediante el criterio de aceptabilidad, se usó un análisis de escala hedónica. Los pasos para determinar fueron sometidos a un grupo sensorial constituido por 50 personas, evaluando la aceptabilidad general de la crocantes y color (Ureña et al., 1999; Anzaldúa - Morales, 2005).

Las muestras fueron colocados en platos de plástico debidamente codificados (fueron servidos a °t ambiente de 20 °C) a los panelistas se les entregó una encuesta de evaluación (Imagen 3 y 4). Cada persona asignó la calificación que corresponde de acuerdo al grado de me gusta, siendo el valor de más elevado puntaje el de me gusta muchísimo (9 puntos) y el de menos calificacion el de me disgusta mucho (1 puntos), con un valor intermedio de ni me gusta ni me disgusta (5 puntos) (Anzaldúa - Morales, 2005).

2.5. Métodos de análisis de datos

El procedimiento estadístico correspondió a un planteamiento bifactorial (humedad inicial y tiempo de fritura), con 3 duplicaciones. Para la absorción de aceite y contenido de humedad, se utilizó un análisis de varianza y al existir desigualdad significativas ($p < 0.05$) se usó el estudio de múltiples comparaciones de Duncan la cual se determinó el mejor tratamiento construyendo los resultados mediante la formación de subgrupos. La aceptabilidad de la crocantes y color fue evaluado con las pruebas de Wilcoxon y Friedman.

Los estudios estadísticos se realizó al 95% de un nivel de confianza. Para procesar los resultados se usó un software especializado Statistical Package for the Social Science (SPSS) versión 22.0 la realización de los esquemas se usó el paquete Estadístico Minitab versión 17.

III. RESULTADOS

Cuadro 2. Resultados de humedad final y porcentaje de aceite en hojuelas de papa frita variedad Yungay

Secado	Tiempo de frituras (Min)	Absorción de aceite (%)	Humedad final (%)
Humedad inicial (60%)	2.0	14.53	4.27
	2.5	17.07	3.70
	3.0	24.21	3.06
Humedad final (80%)	2.0	16.27	8.50
	2.5	19.67	7.26
	3.0	26.00	6.12

3.1.Humedad

Figura 3, se analiza que al pasar el tiempo de fritura la humedad final presentó tendencia a bajar, siendo más notorio en los tratamientos con humedad inicial de 60%, los valores de humedad bajaron de 8.50 a 3.06%. los datos del experimento se observan en el Anexo número 4.

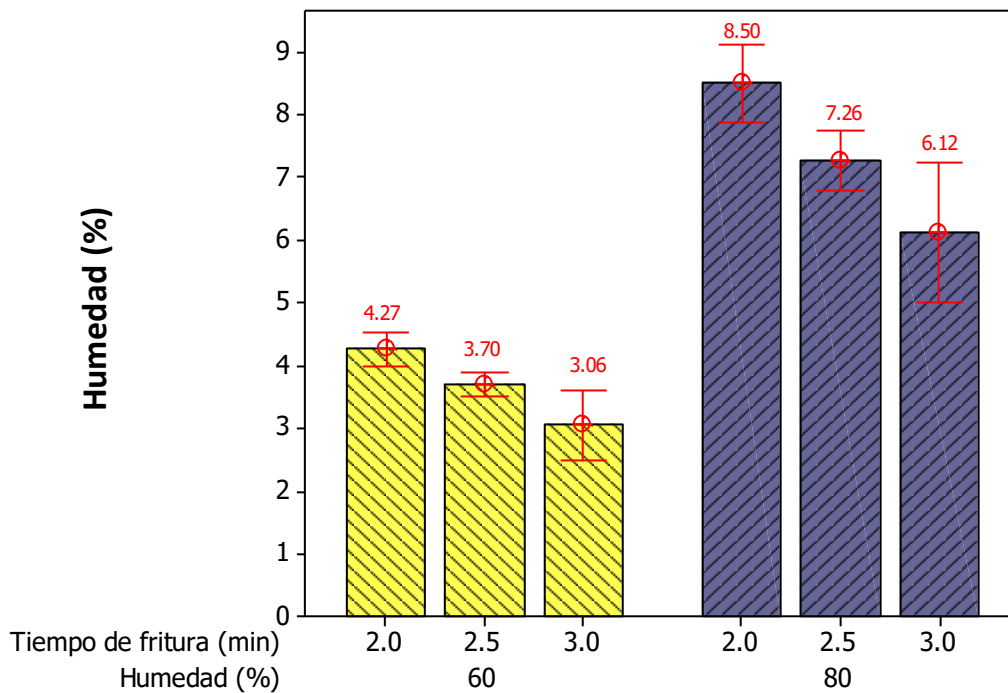


Figura 3. Humedad final en hojuelas de papa frita a 3 tiempos de fritura (2.0, 2.5 y 3.0 min) y 2 porcentajes de humedad inicial (60% y 80%)

En el Cuadro 3 se muestra el estudio de varianza para la humedad final en hojuelas de papa frita

Cuadro 3. Análisis de varianza para humedad final en hojuelas de papa frita

Variable	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P
Humedad (%)	Humedad: H	58.970	1	58.970	51.876	0.000
	Tiempo: T	9.630	2	4.815	4.236	0.041
	H*T	1.034	2	0.517	0.455	0.645
	Error	13.641	12	1.137		
	Total	83.275	17			

El estudio de varianza da a conocer que la humedad inicial y tiempo de fritura mostraron resultado significativo ($p < 0.05$) sobre el porcentaje de la humedad final en hojuelas de patata frita. Caso opuesto ocurrió para la interacción tiempo y humedad.

El Cuadro 3, se observa el análisis de Duncan aplicado a la humedad final en hojuelas de papa frita. Donde, en el subgrupo 1 se observa al tratamiento con humedad inicial de 60% y tiempos de fritura de 2.0, 2.5 y 3.0 min, presentaron menores valores de humedad final con 3.06, 3.70 y 4.27% (estadísticamente similares al estar en el mismo subgrupo). En el subgrupo 4 a los tratamientos con humedad inicial de 80% y tiempos de fritura de 2.0 y 2.5 min que presentaron mayor contenido de humedad final con 8.50 y 7.26%, respectivamente.

Cuadro 4. Análisis de Duncan en la humedad final en hojuelas de papa frita

Humedad (%)	Tiempo de fritura (min)	Subgrupo			
		1	2	3	4
60	3.0	3.06			
60	2.5	3.70			
60	2.0	4.27	4.27		
80	3.0		6.12	6.12	
80	2.5			7.26	7.26
80	2.0				8.50

3.2. Absorción de aceite

En la Figura 4, se analiza que al pasar el tiempo de fritura la absorción de aceite presentó tendencia a elevar, siendo mucho más notorio en los tratamientos con humedad inicial de 80%, los valores de absorción de aceite aumentaron de 13.27 a 26.00%. Los datos experimentales se observan en el Anexo 4.

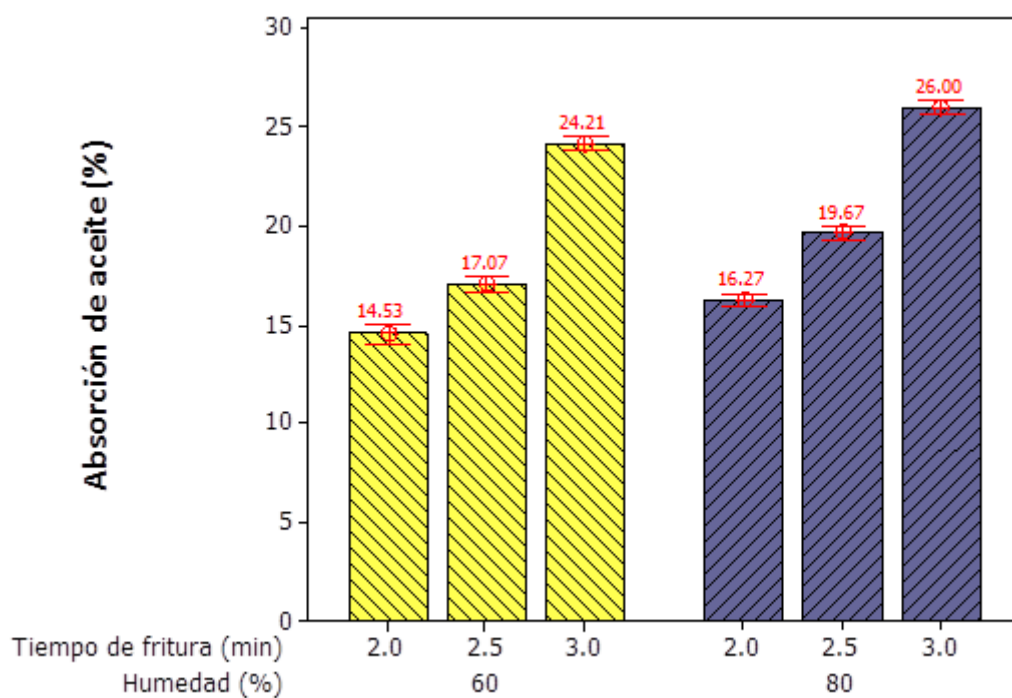


Figura 4. Porcentaje de Absorción de aceite en hojuelas fritas a 3 tiempos de fritura (2.0, 2.5 y 3.0 min) y 2 porcentajes de humedad inicial (60% y 80%)

En el cuadro 5 se presenta el análisis de varianza para la absorción de aceite en hojuelas de papa frita

Cuadro 5. Análisis de varianza para absorción de aceite en hojuelas de papa frita

Variable	Fuente de variación	suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Absorción de aceite (%)	Humedad: H	18.809	1	18.809	43.602	0.000
	Tiempo: T	296.508	2	148.254	343.676	0.000
	H*T	0.697	2	0.348	0.807	0.469
	Error	5.177	12	0.431		
	Total	321.190	17			

El estudio de varianza prueba que la humedad inicial y el tiempo de fritura presenta un resultado significativo ($p < 0.05$) sobre el porcentaje de absorción de aceite en hojuelas frita.

Imagen número 6, se muestra el análisis de Duncan aplicado a la absorción de aceite en hojuelas de patata frita. Donde, en el subgrupo 1 se observa al tratamiento con humedad inicial de 60% y tiempo de fritura de 2 min. Que muestra el menor valor de porcentaje absorción de aceite con 14.53%. En el subgrupo 5 al tratamiento con humedad inicial de 80% y tiempo de fritura de 3.0 min que presentó mayor absorción de aceite con 26.00%.

Imagen 6. Análisis de Duncan para el porcentaje de absorción de aceite en hojuelas de patata frita

Secado previo	Tiempo de fritura (min)	Subgrupo				
		1	2	3	4	5
60	2.0	14.53				
80	2.0		16.27			
60	2.5		17.07			
80	2.5			19.67		
60	3.0				24.21	
80	3.0					26.00

3.3.Crocantés

En la imagen 5, se observa las calificaciones de crocantes en hojuelas de papa frita, donde se ve que con una humedad inicial de 80% las calificaciones sensoriales con moda estadística fueron más altas de 8 y 9 correspondientes a me “me agrada mucho” y “me agrada muchísimo”, respectivamente; con la humedad inicial de 60% las calificaciones sensoriales de crocantes fueron menores, centrándose en calificaciones con moda 7 correspondientes a la percepción de “me agrada moderadamente”. En el Anexo número 5 se encuentran los resultados experimentales.

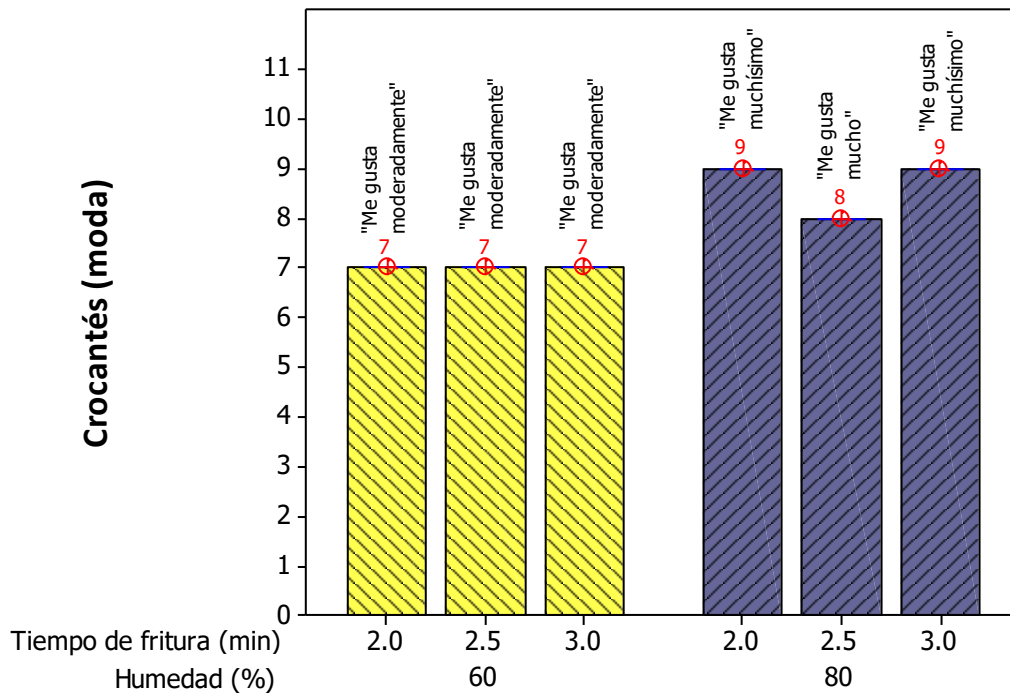


Figura 5. Crocantes en hojuelas de papa frita a 3 tiempos de fritura (2.0, 2.5 y 3.0 min) y 2 porcentajes de humedad inicial (60% y 80%)

En el esquema 7 se observa la prueba de Friedman adaptadas a la calificación en crocantes de hojuelas de papa frita, donde, el superior rango promedio (4.67) de 9 con una moda estadística que corresponde a la apreciación de (me agrada mucho) fue para el tratamiento con humedad inicial de 80% y tiempo de fritura de 3.0 min, además, hubo diferencia significativa $p < 0.05$ de los tratamientos evaluados.

Cuadro número 7. Análisis de Friedman para crocantes en hojuelas de papa frita

Humedad (%)	Tiempo de fritura (min)	Rango promedio	Moda
80	2.0	4.47	9
	2.5	4.47	8
	3.0	4.67	9
60	2.0	2.62	7
	2.5	2.54	7
	3.0	2.23	7
Chi-cuadrado		110.282	
P		0.000	

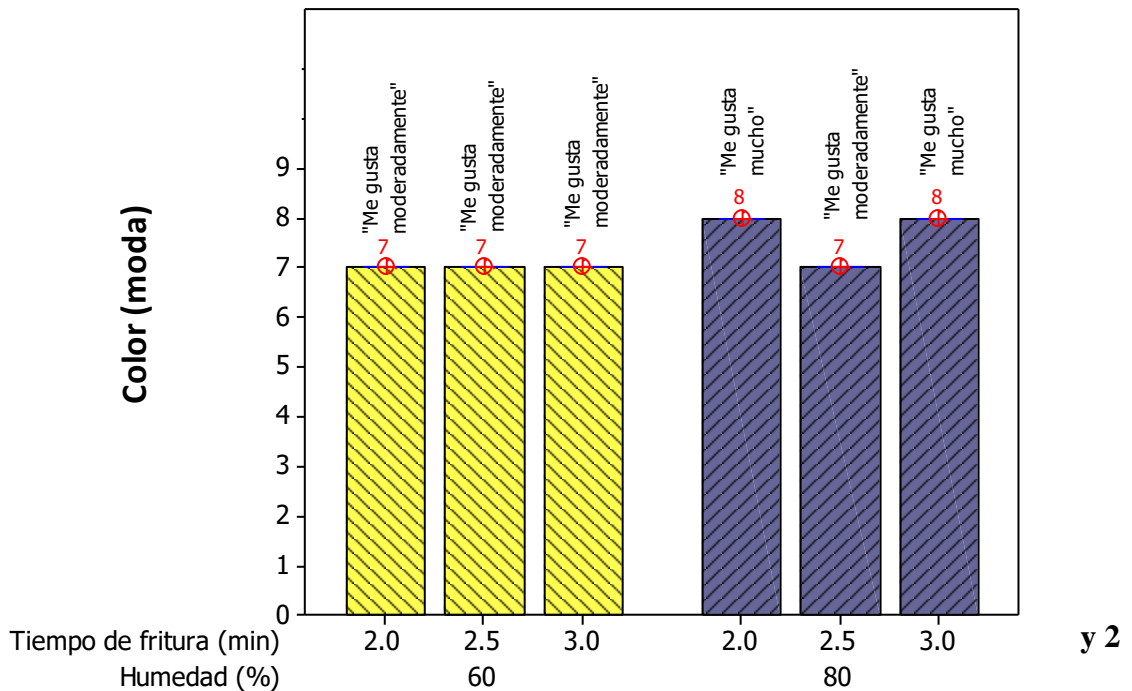
La prueba de Wilcoxon (Cuadro 7) se realiza cuando la prueba de Friedman es significativa. Se comparó el tratamiento con mayor rango promedio (humedad inicial de 80% y tiempo de fritura de 3.0 min) contra los demás tratamientos, donde, no presentó diferencias con los tratamientos con humedad inicial de 80% a los tres tiempos de fritura, pero si fue diferente ($p < 0.05$) a los tratamientos con humedad inicial de 60% a los tres tiempos de fritura.

Cuadro 8. Prueba de Wilcoxon para crocantes en hojuelas de papa frita

Humedad (%)	Tiempo de fritura (min)	Humedad (%)	Tiempo de fritura (min)	Z	P
80	3.0	60	2.0	-5.228	0.000
		60	2.5	-5.279	0.000
		60	3.0	-5.623	0.000
		80	2.0	-0.654	0.513
		80	2.5	-0.787	0.431

3.4. Color

En la Imagen 6, se muestra las calificaciones de color en hojuelas de papa frita, donde se observa que con una humedad inicial de 80% las calificaciones sensoriales fueron más altas con moda de 7 y 8 correspondientes a la apreciación de me agrada moderadamente y “me agrada mucho”, respectivamente; con la humedad inicial de 60% las calificaciones sensoriales de color fueron menores, centrándose en calificaciones con moda 7 correspondientes a la percepción de “me agrada moderadamente”. Los datos experimentales se muestran en el Anexo numero 6.



En el Cuadro numero 9 se muestra el analisis de Friedman aplicado a las calificaciones de color en hojuelas de papa frita, donde, el mayor rango promedio (4.67) con 8 de moda estadística correspondiente a la apreciación de me agrada mucho fue para el tratamiento con humedad inicial de 80% y tiempo de fritura de 2.0 min, además, hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los procesos evaluados.

Esquema 9. Análisis de Friedman para color en hojuelas de papa frita

Humedad (%)	Tiempo de fritura (min)	Rango promedio	Moda
80	2.0	4.67	8
	2.5	4.48	7
	3.0	4.02	8
60	2.0	2.33	7
	2.5	2.91	7
	3.0	2.59	7
Chi-cuadrado		89.257	
P		0.000	

En la prueba de Wilcoxon (Cuadro 10) se comparó el tratamiento con mayor rango promedio (humedad inicial de 80% y tiempo de fritura de 2.0 min) contra los demás, donde, presentó diferencia significativa ($p < 0.05$) con los demás tratamientos, excepto con el de humedad inicial de 80% y tiempo de fritura de 2.5 min.

Esquema 10. analisis de Wilcoxon para color en hojuelas de papa frita

Humedad (%)	Tiempo de fritura (min)	Humedad (%)	Tiempo de fritura (min)	Z	p
80	2.0	60	2.0	-5.505	0.000
		60	2.5	-4.744	0.000
		60	3.0	-5.55	0.000
		80	2.5	-0.808	0.419
		80	3.0	-2.827	0.005

IV. DISCUSIÓN

Para humedad (Figura 8) , se observa que al transcurrir el tiempo de fritura la humedad final presentó tendencia a disminuir, siendo más notorio en los tratamientos con humedad inicial de 60% (secados previamente), los valores de humedad disminuyeron de 8.50 a 3.06%. Tendencias similares fueron observadas por Avalos (2014) en rebanadas de papa frita variedad Huevo de Indio, donde a mayor tiempo de fritura observó menor contenido de humedad final, además , concluyo que el contenido de agua final fue mucho menor en los tratamientos secados anticipadamente (67% de humedad) donde los valores disminuyeron de 12.67 a 4.23%. Según Geankoplis (1998) esto se debe al proceso de secado previo con aire caliente, además, al aumentar el tiempo de permanencia en el aceite de fritura se pierde mayor humedad. El mecanismo de la disminucion de H₂O es complejo y se debe al transporte molecular por difusión capilar y flujo impulsado por la presión interna (Moyano y Pedreschi, 2008) (Cuadro 2) demuestra que la humedad inicial y tiempo de fritura presento un efecto significativo de ($p < 0.05$) sobre el contenido de humedad final en hojuelas de papa frita. En la prueba de Duncan (Cuadro 3) los valores más bajos de humedad se obtuvieron con los tiempos de fritura de 2.0, 2.5 y 3.0 min con humedad inicial de 60% con 3.06, 3.70 y 4.27%, respectivamente. Pedreschi y Moyano (2005) determinaron el contenido de humedad de 1.8% en hojuelas de papa frita sometidas a secado previo. Así mismo, Noguera y Pacheco (2000) elaboraron hojuelas con y sin escaldado, fritas en aceite de girasol o

manteca vegetal, donde el contenido de humedad estuvo entre 2.87 y 3.97%, esta valoración es cercana a esta investigación según lo reportado.

Con referencia a absorción de aceite (Figura 9) se observa que al transcurrir el tiempo de fritura el porcentaje de la absorción de aceite presentó tendencia a aumentar, siendo más notorio en los tratamientos con humedad inicial de 80% (sin secado previo), los valores de absorción de aceite aumentaron de 13.27 a 26.00% en hojuelas de papa variedad Yungay. Tendencias similares fueron observadas por Avalos (2014) en hojuelas de papa frita variedad Huevo de Indio, donde; al aumentar el tiempo de fritura de 2.0 a 2.3 min la absorción de grasa aumentó, siendo mayor en los tratamientos sin secado previo (74% de humedad inicial) los valores oscilaron de 3.34 a 4.72%. Moreira y Garayo (2002) señalan que la impregnación de aceite se eleva con el tiempo de fritura y es menor en tratamientos con secado previo. por Pedreschi y Moyano (2007), determinaron que el pre-secado y efecto del escaldado en la cinética de absorción de aceite en hojuelas de papas, dando resultado que el pre-secado origina una cobertura externa durante la fritura que aumenta la resistencia a la absorción de aceite, por lo que el tratamiento de pre-secado de hojuelas de papas se reporta como un medio práctico para disminuir absorción de aceite (Krokida *et al.*, 2002). El análisis de varianza (esquema 4) muestra que la humedad inicial, tiempo de fritura y la interacción de la humedad y tiempo presentaron un efecto significativo ($p < 0.05$) en la absorción de aceite. En la prueba de Duncan (Cuadro 5) en el subgrupo 1 se tiene al tratamiento con humedad inicial de 80% y tiempo de fritura de 2 min que mostro el menor valor de absorción de aceite con 13.27%. Avalos (2014) determinó menor absorción de aceite (3.34%) en el tratamiento con secado previo (67% de humedad inicial) y tiempo de fritura de 2.0 min. De acuerdo a Moreira *et al.*, (2000) el porcentaje de aceite en productos fritos es superior cuando el contenido de humedad es elevado al inicio del proceso, porque, al freír un producto que ha sido reducido previamente en su contenido de humedad, hace que la absorción de aceite sea bajo.

Las calificaciones de aceptabilidad para crocantes (Figura 10) en hojuelas de papa frita variedad Yungay en los tratamientos con humedad inicial de 80% fueron más altas a comparación de las secadas previamente (humedad inicial de 60%), ambos para los tres tiempos de fritura. En la Prueba de Friedman el superior rango promedio (4.67) con dato estadística de 9 corresponde a la percepción de “me agrada mucho” fue para el tratamiento

con humedad inicial de 80% y tiempo de fritura de 3.0 min, además, existió oposición específica ($p < 0.05$) entre los procesos evaluados. En la prueba Wilcoxon (Cuadro 7), no existió diferencias entre los tratamientos con humedad inicial de 80% a los tres tiempos de fritura, pero si fueron diferentes ($p < 0.05$) a los tratamientos con humedad inicial de 60% para los tres tiempos de fritura. Troncoso *et al.* (2009) mencionan que la calidad de la textura sensorial medido en crocantes es un atributo importante para la aceptabilidad de las papas fritas y es influida por condiciones materiales y de procesos. Freír los alimentos puede cambiar la estructura porosa de los productos por el fenómeno de la contracción. Así, la estructura crocante de las papas fritas es el resultado de los cambios en los niveles celulares y subcelulares en las capas más externas del producto. Pedreschi y Pedrechi (2006) indican que las papas fritas contienen una cantidad significativa de aceite que oscila entre 35 - 45% que da al alimento una textura que se vuelven unicos.

Con respecto a la evaluación sensorial de color (Figura 11) se observa que con una humedad inicial de 80% (sin secado previo) las calificaciones sensoriales fueron más altas que las con humedad inicial de 60%. En la prueba de Friedman (Cuadro 8) el mayor rango promedio (4.67) con moda estadística de 8 correspondiente a la percepción de “me agrada mucho” fue para el tratamiento con humedad inicial de 80% y tiempo de fritura de 2.0 min, además de existir diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos evaluados. En la prueba de Wilcoxon (Cuadro 9) comparó este tratamiento contra los demás, donde, presentó oposición específica ($p < 0.05$), excepto con el de humedad inicial de 80% y tiempo de fritura de 2.5 min. Moyano y Pedreschi (2006) mencionan que los cambios de color durante la fritura se deben a la transmisión simultánea de masa y masa, de tal modo de que ocurren variaciones en las características sensoriales, físicas y químicas; estas variaciones están vinculados con el tiempo de fritura, la disminución de agua, la temperatura del aceite y absorción de aceite.

V. CONCLUSIONES

- El efecto del porcentaje de humedad inicial y la fritura en el contenido de humedad final, absorción de aceite, crocantes y color en hojuelas de papa frita (*Solanum tuberosum*) variedad Yungay, fue significativo.

- Las muestras de hojuelas de papa frita con 60% de humedad inicial y un tiempo de 3.0 minutos reportaron el menor porcentaje de humedad final 3.06%.
- Las muestras de hojuelas de papa frita con 60% de humedad inicial y un tiempo de fritura de 2.0 minutos reportaron el menor de absorción de aceite 14.53%.
- Las muestras con 80% de humedad inicial reportaron mayor aceptabilidad sensorial con respecto al color, sometiéndola a 2.0 minutos de fritura y crocantes a 3.0 minutos de fritura.

VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar el efecto de la temperatura de fritura en hojuelas de papa variedad Yungay, sobre el color, humedad y porcentaje de aceite.
- Evaluar la aceptabilidad sensorial de las hojuelas de patata variedad Yungay con diferentes porcentajes de humedad inicial y tiempos de fritura.
- Determinar la vida útil de las hojuelas de papa variedad Yungay con diferentes porcentajes de humedad inicial y tiempos de fritura.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MORALES, A - ANZALDÚA. Pruebas sensoriales de los productos en la teoría y en la práctica. Editorial Acribia. 2da Edición. Zaragoza, España. 2005.

AOAC.1995. Métodos oficiales de análisis. 16° Agric. Chem. Washington DC

AVALOS, E. Influencia en las características fisicoquímicas, aceptabilidad general y secado previo y tiempo de fritura en rebanadas de papa (*Solanum tuberosum*) frita variedad huevo de indio. Tesis para optar el título de Ingeniera en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú. 2014.

AGUILERA, J. In J.M. Aguilera, Temas en Tecnología de Alimentos 1. Fritura de alimentos. Mexico. Instituto Politécnico Nacional. 1997.

CATALÁN Y EGÚSQUIZA. Manual de manejo integrado de la papa. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 2011.

CASTRO, C. Análisis de las propiedades sensoriales y fisicoquímicas de la patata para fritura. Trabajo de Tesis Universidad de Burgos. 2008.

MOREIRA, R Y GARAYO. J. Asado de papas fritas al vacío. Revista de ingeniería de Alimentos, 55, 181-191. 2002.

GEANKOPLIS, J. transporte y operaciones unitarias y sus técnicas. University of Minnesota, Tercera edición Mexico, 1998.

FENNEMA, O. Química de los alimentos. Zaragoza: Editorial Acribia S.A. 2000.

JIMÉNEZ, A., OROZCO, ISLAS, R, L., y PASCUAL, L. Análisis de perfectibilidad para la instalación de una planta procesadora de papas prefritas congeladas. Tesis Universidad Autónoma Metropolitana, México. 2008.

JAVE, L Comparative analysis of the results of mixtures of cryoprotective hydrocolloids in the general acceptability and reduction of water by centrifugation of the mashed potato (*Solanum tuberosum*) variety Yellow, thawed. Work of Thesis in Engineering in Food Industries of Extraordinary Professional Degree Program. Private University Antenor Orrego, Trujillo-Peru. 2008

CASTEL, M, MOREIRA, R y BARRUFET, M. Fritura profunda: fundamentos y aplicaciones. Maryland: Aspen Publishers, Inc. 2000

MONCADA, V Optimization of flavor, color and crispy fried banana slices (*Musa paradisiaca*, Variety Inguiri) by effect of temperature and frying time using the answer surface method Thesis of extraordinary professional degree program. National University of Trujillo, Trujillo-Peru. 2007

PEDRESCHI, F Y MOYANO, P. Profundamente la fritura de patatas. Ciencia y tecnología de los alimentos. Universidad de Santiago de Chile. Pag. 645-667. 2006.

NOGUERA, Y. y PACHECO, E. Caracterización física, química y sensorial de hojuelas fritas de arracacha. Revista: Agronomía Tropical 50(2): 241-252. 2000.

PEDRESCHI, F.; y MOYANO, P.; Effect of predrying on texture and oil uptake of potato chips. Food Science and Technology. Vol. 38. Issue. 6. Pag. 599-604. 2005.

ZUÑIGA, R. Y PEDRESCHI, Cinética de Cambios de Calidad Durante la Fritura. Ciencia y tecnología de los Alimentos. Universidad de Santiago de Chile. Pag 81- 112. 2008

SÁNCHEZ, C. Cultivo y comercialización de la Papa. Editorial Servilibros, Guayaquil-Ecuador. 2003.

PEDRESCHI, TRONCOSO, E. Y ZUÑIGA, R. y Modelando la pérdida de agua y la absorción de aceite Durante la fritura al vacío de rebanadas de papa pretratadas ciencia y tecnología de los Alimentos Vol. 42. número. 6. Pag. 1164-1173. 2008.

SANHUEZA J., VALENZUELA, A.; NIETO, S., TAVELLA M Y PETERSEN, G., Estudio comparativo en fritura de la estabilidad de diferentes aceites vegetales. Instituto de nutrición y tecnología de alimentos (INTA), Universidad de Chile. 2003.

UREÑA, M., D'ARRIGO, M. y GIRÓN, O. Evaluación sensorial de los alimentos. Editorial Agraria. 1ra Edición. Lima, Perú. 1999.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Clasificación taxonómica de la papa

(Sánchez, 2003) los tuberculos se basa en caracteres florales, lo que no ha permitido clasificarla de la siguiente forma:

Familia: *Solanaceae*

Género: *Solanum*

Nombre común: patata, papa, potato.

Anexo 2. Determinación de humedad

Se colocarán 5 a 10 gr de hojuelas de papa previamente pesados en una placa Petri y se introducirán en una estufa a 110 °C por 2.30 horas hasta peso constante, luego se pesa. (AOAC, 1995). Para obtener el porcentaje de humedad se utilizara la siguiente formula.

$$\%Humedad = \frac{(Peso\ muestra\ humedad - Peso\ muestra\ seca)}{Peso\ muestra\ humeda} \times 100$$

Anexo 3. Determinación de aceite

Para la determinación de aceite nos basaremos en el método de Soxhlet basado en la extracción de grasa de cualquier sustancia mediante un disolvente orgánico (hexano, éter de petróleo, etc.) en forma continua. El extracto obtenido se pesa después de haberse evaporado el solvente.

Procedimiento:

- Poner a secar en una estufa a 110 °C el matraz a usar por espacio de una hora, sacarlo y enfriarlo en un desecador por 20 minutos.
- Pesar el matraz (P1)
- Pesar 5 g de muestra seca, empaquetarla en un papel de filtro Whatman Nro.2. se coloca el paquete en el cuerpo del aparato Soxhlet, y luego afrefar el hexano (100 ml).
- Seguidamente se coloca a una fuente de calor (cocina eléctrica), al calentarse se evapora y asciende a la parte superior, allí se condensa por refrigeración y cae sobre la muestra, egresando al matraz por sifón (sistema de reflujo). El proceso dura un promedio de 3 horas, el matraz debe sacarse del aparato cuando contiene poco hexano.
- Se evapora el hexano remanente en el matraz en una estufa (110 °C por 15 minutos) y enfriar en una campana, pesar (P2) y de terminar la cantidad de grasa total.

Cálculos

El porcentaje de grasa, se determina con la siguiente formula

$$\%G = \left[\frac{W_{v+g} - W_V}{W_m} \right] * 100$$

$$W_m = W_{p+m} - W_p$$

Donde:

W_{v+g} = Peso del vaso con la grasa, g.

W_V = peso del vaso vacío, g.

W_m = peso de la muestra, g.

W_p = peso de cartucho de papel, g.

W_{p+m} = peso del cartucho con la muestra antes de la extracción, g.

Anexo 4. Resultados de humedad final y porcentaje de aceite en hojuelas de papas fritas variedad Yungay

Secado	T. de fritura (min)	Absorción de aceite (%)	Humedad (%)
Con secado	2.0	14.10	3.90
Con secado	2.0	15.60	4.80
Con secado	2.0	13.90	4.10
Promedio		14.53	4.27
Con secado	2.5	16.40	3.30
Con secado	2.5	17.70	3.90
Con secado	2.5	17.10	3.90
Promedio		17.07	3.70
Con secado	3.0	23.70	2.19
Con secado	3.0	24.80	2.89
Con secado	3.0	24.12	4.10
Promedio		24.21	3.06
Sin secado	2.0	15.80	7.80
Sin secado	2.0	16.90	9.72
Sin secado	2.0	16.12	7.98
Promedio		16.27	8.50
Sin secado	2.5	19.30	6.30
Sin secado	2.5	20.30	7.67
Sin secado	2.5	19.40	7.82
Promedio		19.67	7.26
Sin secado	3.0	26.30	4.39
Sin secado	3.0	26.40	5.78
Sin secado	3.0	25.30	8.20
Promedio		26.00	6.12

Anexo 5. Instrumentos de recolección de datos

En la Figura 3 y 4, se muestran las tarjetas de evaluación para la prueba de medición del grado de aceptabilidad de crocantes y color en hojuelas de papa frita.

Ficha de análisis sensorial																			
Aceptabilidad de crocantes																			
Nombre: _____	Fecha: __/__/__																		
Nombre del producto: Hojuelas de papa frita (<i>Solanum tuberosum</i>) variedad Yungay.																			
Instrucciones: Coja las hojuelas de papa frita proporcionada, obsérvelas y marque con una "X" según el nivel de agrado o desagrado de color que le produzca.																			
<table border="1"><tr><td><input type="radio"/> ME GUSTA MUCHISIMO</td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td><input type="radio"/> ME GUSTA MUCHO</td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td><input type="radio"/> ME GUSTA MODERADAMENTE</td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td><input type="radio"/> ME GUSTA LIGERAMENTE</td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td><input type="radio"/> NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA</td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td><input type="radio"/> ME DISGUSTA LIGERAMENTE</td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td><input type="radio"/> ME DISGUSTA MODERADAMENTE</td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td><input type="radio"/> ME DISGUSTA MUCHO</td><td><input type="radio"/></td></tr><tr><td><input type="radio"/> ME DISGUSTA MUCHISIMO</td><td><input type="radio"/></td></tr></table>		<input type="radio"/> ME GUSTA MUCHISIMO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ME GUSTA MUCHO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ME GUSTA MODERADAMENTE	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ME GUSTA LIGERAMENTE	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ME DISGUSTA LIGERAMENTE	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ME DISGUSTA MODERADAMENTE	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ME DISGUSTA MUCHO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/> ME DISGUSTA MUCHISIMO	<input type="radio"/>
<input type="radio"/> ME GUSTA MUCHISIMO	<input type="radio"/>																		
<input type="radio"/> ME GUSTA MUCHO	<input type="radio"/>																		
<input type="radio"/> ME GUSTA MODERADAMENTE	<input type="radio"/>																		
<input type="radio"/> ME GUSTA LIGERAMENTE	<input type="radio"/>																		
<input type="radio"/> NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA	<input type="radio"/>																		
<input type="radio"/> ME DISGUSTA LIGERAMENTE	<input type="radio"/>																		
<input type="radio"/> ME DISGUSTA MODERADAMENTE	<input type="radio"/>																		
<input type="radio"/> ME DISGUSTA MUCHO	<input type="radio"/>																		
<input type="radio"/> ME DISGUSTA MUCHISIMO	<input type="radio"/>																		
Comentarios _____																			

Figura 3. Ficha para la prueba hedónica de la evaluación sensorial de crocantes en hojuelas de papa frita

Fuente: Anzaldúa-Morales (2005)

Ficha de análisis sensorial

Aceptabilidad de color

Nombre: _____ Fecha: __/__/__

Nombre del producto: Hojuelas de papa frita (*Solanum tuberosum*) variedad Yungay.

Instrucciones: Coja las hojuelas de papa frita proporcionada, obsérvelas y marque con una "X" según el nivel de agrado o desagrado de color que le produzca.

<input type="radio"/> ME GUSTA MUCHISIMO	<input type="radio"/>
<input type="radio"/> ME GUSTA MUCHO	<input type="radio"/>
<input type="radio"/> ME GUSTA MODERADAMENTE	<input type="radio"/>
<input type="radio"/> ME GUSTA LIGERAMENTE	<input type="radio"/>
<input type="radio"/> NI ME GUSTA NI ME DISGUSTA	<input type="radio"/>
<input type="radio"/> ME DISGUSTA LIGERAMENTE	<input type="radio"/>
<input type="radio"/> ME DISGUSTA MODERADAMENTE	<input checked="" type="radio"/>
<input type="radio"/> ME DISGUSTA MUCHO	<input type="radio"/>
<input type="radio"/> ME DISGUSTA MUCHISIMO	<input type="radio"/>

Comentarios _____

Figura 4. Ficha para la prueba hedónica de la evaluación sensorial de color en hojuelas de papa frita

Fuente: Anzaldúa-Morales (2005)

En la Figura 5 y 6, se presenta los instrumentos de recolección de datos (fichas para recopilar datos de las variables fisicoquímicas y sensoriales, respectivamente).

Rep.	Secado	Tiempo de fritura (t1,t2,t3)	% Absorción de aceite	% Humedad
R1	Con secado (humedad 60%)	2		
		2.5		
		3		
	Sin secado (humedad 80%)	2		
		2.5		
		3		
R2	Con secado (humedad 60%)	2		
		2.5		
		3		
	Sin secado (humedad 80%)	2		
		2.5		
		3		
R3	Con secado (humedad 60%)	2		
		2.5		
		3		
	Sin secado (humedad 80%)	2		
		2.5		
		3		

Figura 5. Formato de la recolección de resultados de la medición de contenido de humedad y absorción de aceite en hojuelas de papa frita

Panelistas	Hojuelas de papa frita					
	Humedad 60%			Humedad 80%		
	2.0 min	2.5 min	3.0 min	2.0 min	2.5 min	3.0 min
1						
2						
3						
.						
.						
.						
.						
.						
.						
49						
50						

Figura 7. Ficha de recolección de datos de la evaluación de aceptabilidad de crocantes y color en hojuelas de papa frita

Anexo 6. Resultados de la prueba de aceptabilidad de crocantes en hojuelas de papa frita variedad Yungay

Panelistas	Humedad 60%			Humedad 80%		
	2.0 min	2.5 min	3.0 min	2.0 min	2.5 min	3.0 min
1	8	7	7	9	8	8
2	7	6	7	9	9	9
3	8	7	7	8	9	9
4	7	8	6	9	8	9
5	7	8	6	9	9	9
6	6	8	6	8	8	7
7	7	7	7	8	9	8
8	8	7	8	7	8	9
9	8	7	7	9	7	9
10	8	6	7	9	9	8
11	7	7	7	9	8	7
12	7	6	8	7	9	9
13	7	7	6	8	9	9
14	5	7	7	9	8	9
15	6	8	8	9	9	8
16	6	8	9	9	8	9
17	8	5	7	8	9	8
18	7	7	6	9	8	9
19	7	7	8	8	8	9
20	8	8	8	9	8	8
21	6	7	8	8	9	9
22	7	8	8	7	8	9
23	7	6	7	9	9	9
24	7	7	8	8	8	8
25	8	6	7	8	8	7
26	8	7	7	8	8	8
27	7	8	6	7	9	9
28	7	7	7	9	9	8
29	6	7	7	8	9	9
30	7	6	6	9	7	8
31	6	4	7	9	8	7
32	8	8	5	9	9	7
33	4	8	7	8	6	9
35	8	7	6	6	8	8
36	7	8	5	7	7	7
37	8	8	7	8	8	9
38	6	6	5	9	7	8
39	4	5	6	9	9	9
40	7	4	6	9	7	8
41	7	7	7	8	8	9
42	7	7	8	9	7	7
43	6	8	5	7	9	8
44	6	7	3	7	9	9
45	8	8	7	8	8	8
46	6	8	6	6	9	7
47	7	7	8	7	8	8
48	7	6	6	9	8	9
49	8	7	6	8	7	8
50	7	8	7	9	8	9

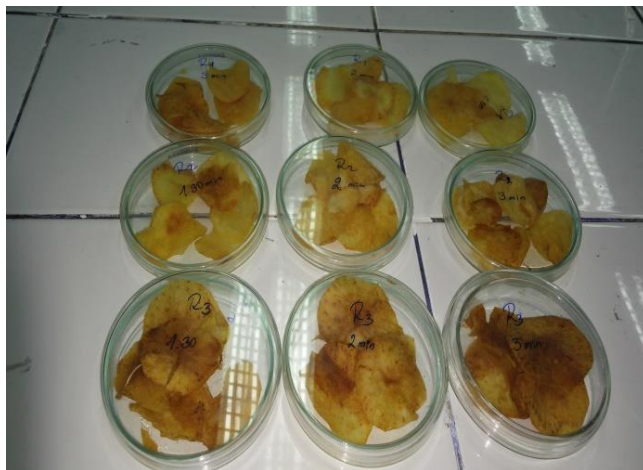
**Anexo 7. Resultados de la prueba de aceptabilidad de color en hojuelas de papa frita
variedad Yungay**

Panelistas	Humedad 60%			Humedad 80%		
	2.0 min	2.5 min	3.0 min	2.0 min	2.5 min	3.0 min
1	7	8	8	8	8	8
2	6	7	8	7	7	8
3	7	7	7	9	7	7
4	6	8	8	8	8	8
5	7	7	8	8	7	8
6	5	6	6	9	8	7
7	5	7	6	7	7	8
8	6	7	7	7	7	8
9	7	8	8	7	8	6
10	8	7	7	9	7	7
11	6	8	6	8	8	6
12	7	7	6	8	8	8
13	6	7	7	7	8	8
14	8	8	7	9	9	7
15	6	7	5	7	8	7
16	7	6	7	8	7	8
17	7	5	6	8	9	8
18	6	6	7	9	8	6
19	7	7	6	7	8	7
20	5	7	8	9	7	7
21	7	8	5	7	9	8
22	7	8	7	7	8	8
23	8	7	7	8	7	9
24	6	6	6	8	7	7
25	7	7	7	9	7	7
26	5	6	6	9	8	8
27	7	7	7	7	9	7
28	6	5	7	8	9	7
29	7	6	6	8	8	7
30	7	7	6	9	7	8
31	7	6	7	8	9	7
32	8	7	5	7	8	7
33	6	7	7	8	7	6
34	6	6	6	8	9	8
35	5	7	7	9	7	8
36	7	6	6	7	8	9
37	6	6	7	8	9	8
38	7	7	5	7	8	8
39	4	8	7	9	7	7
40	7	7	8	9	7	8
41	6	6	7	8	9	7
42	5	7	7	8	7	8
43	6	6	5	7	9	8
44	7	8	7	8	8	7
45	7	7	6	8	7	7
46	7	6	7	9	9	8
47	8	7	5	7	8	8
48	5	8	7	7	9	7
49	6	8	7	8	7	8
50	7	5	6	9	7	7

Anexo 8. Hojuelas de papa frita variedad Yungay con secado previo



Anexo 9. Hojuelas de papa frita variedad Yungay sin secado previo



Anexo 10. Evaluación de crocantes y color en hojuelas de papa frita variedad Yungay

