

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“EFECTOS DEL SECADO Y FRITURA EN LAS CARACTERÍSTICAS
ORGANOLÉPTICAS DE HOJUELAS FRITAS DE PAPA
(*Solanum tuberosum*) VARIEDAD CANCHÁN”**

T E S I S

Para optar el Título Profesional

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentado por la Bachiller:

ROSA EDUVINA MUÑOZ ROJAS

Asesor:

Ing. M.Cs. JOSÉ GERARDO SALHUANA GRANADOS

CAJAMARCA – PERÚ

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los veintidós días del mes de julio del año dos mil veintidós, se reunieron en el ambiente **2G - 207** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 407-2021-FCA-UNC, de fecha 31 de diciembre del 2021**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: **"EFECTOS DEL SECADO Y FRITURA EN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE HOJUELAS FRITAS DE PAPA (*Solanum tuberosum*) VARIEDAD CANCHÁN"**, realizada por la Bachiller **ROSA EDUVINA MUÑOZ ROJAS** para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.

A las doce horas y cinco minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.

A las doce horas y cuarenta minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Ing. M. Sc. Jimy Frank Oblitas Cruz
PRESIDENTE

Ing. Mtr. Max Edwin Sangay Terrones
SECRETARIO

Ing. M. Sc. José Gerardo Salhuana Granados
VOCAL

DEDICATORIA

La presente Tesis está dedicada a DIOS, padre todopoderoso, creador de la vida, que me dio la sabiduría suficiente para entender los conocimientos y consejos de las personas que han estado junto a mí a lo largo de mi existencia; pues gracias a él he logrado concluir mi carrera profesional.

A mis padres, que fueron mis promotores y mi mayor motivación durante este proceso, por todo su amor, esfuerzo, valores, dedicación, paciencia, apoyo, confianza y consejos haciendo de mí una mejor persona cada día.

A mi amado hijito, sé que posiblemente en este momento no entiendas mis palabras, pero cuando crezcas, quiero que te des cuenta de lo mucho que significas para mí. Eres la razón de mi vida y el principal motivo por el cual cada día me esfuerzo por ser mejor y que te sientas orgulloso de mí.

A mis hermanos, familiares y amigos, por sus palabras, compañía, cariño, apoyo e incentivo de seguir siempre adelante para lograr mis objetivos.

A mi querido esposo, por su afecto, sus palabras de aliento, su confianza y por brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente porque de una u otra manera todas sus muestras de amor contribuyeron para el logro de mi objetivo.

Rosa Eduvina.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento se dirige a quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto, a Dios, quien en todo momento está conmigo guiando el destino de mi vida. Te lo agradezco, Padre Celestial.

A mis queridos maestros, gracias por su formación, orientación, guía y sabiduría durante estos cinco años de carrera profesional; logrando en mí el objetivo más importante, como es el culminar el desarrollo de mi tesis, obteniendo mi titulación profesional.

Gracias a la Universidad Nacional de Cajamarca, por haberme permitido formarme en ella, gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso, ya sea de manera directa e indirecta fueron responsables de que el día de hoy se vea reflejado en la culminación de mi paso por la universidad.

Al Ing. M.sc. José Gerardo, Salhuana Granados, asesor de tesis, gracias por su ayuda, orientación, apoyo incondicional, críticas, comentarios y sugerencias durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Rosa Eduvina.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema de investigación	3
1.2. Formulación del problema.....	3
1.3. Objetivo general	4
1.3.1. Objetivos específicos.....	4
1.4. Justificación de la investigación	5
1.5. Hipótesis de la investigación	5
1.5.1. Hipótesis alternativa (Hi).....	5
1.5.2. Hipótesis nula (Ho)	5
CAPITULO II	6
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA	6
2.1. Antecedentes de la investigación	6
2.2. Bases teóricas.....	7
2.2.1. Papa (Solanum tuberosum L.)	7
2.2.1.1. Clasificación taxonómica.....	8
2.2.1.2. Papa variedad (Canchán)	8
2.2.1.3. Características fisiológicas de la variedad Canchán	10
2.2.1.4. Composición química de la papa:	10
2.2.1.5. Usos de la papa	12
2.2.1.6. Papas fritas	12
2.2.1.6.1. Características generales de las papas fritas.....	13
2.2.1.7. Fritura.....	16
2.2.1.7.1. Fases del proceso de fritura	17
2.2.1.7.2. Tipos de fritura	18

2.2.1.8.	Aceites utilizados en el proceso de fritura.....	20
2.2.1.9.	Temperaturas recomendadas para freído.....	23
2.2.1.10.	Cambios en el alimento durante el freído.....	24
2.2.1.11.	Regiones del alimento sometidos a freído	26
2.2.1.12.	Principales modificaciones de la composición de los alimentos durante la fritura	29
2.2.1.13.	Proceso de degradación de aceite.....	30
2.2.1.14.	Papel del agua contenida en los alimentos sometidos a fritura.. ..	33
2.2.2.	Alimentos deshidratados.....	33
2.2.2.1.	Fases para deshidratar un alimento.....	34
2.2.2.2.	Principales objetivos que persigue el secado en cualquier producto alimenticio.....	34
2.2.2.3.	Factores que controlan el deshidratado:	35
2.2.2.4.	Análisis sensorial en alimentos	35
2.3.	Definición de términos básicos.....	37
CAPÍTULO III		39
3.	MARCO METODOLÓGICO.....	39
3.1.	Ubicación geográfica del trabajo de investigación.....	39
3.2.	Materia prima e insumos	39
3.3.	Materiales y equipos de laboratorio.....	40
3.4.	Métodos de análisis.....	42
3.4.1.	Análisis sensorial	42
3.5.	Metodología experimental	42
3.5.1.	Tipo de investigación:	42
3.5.2.	Identificación de variables.....	42
3.5.2.1.	Variable independiente.....	42
3.5.2.2.	Variable dependiente	43
3.6.	Definiciones operacionales.....	43
3.7.	Unidad de análisis, población y muestra de estudio.....	44
3.7.1.	Unidad de análisis:	44
3.7.2.	Población:	44
3.7.3.	Muestra:.....	44
3.8.	Instrumentos para colecta de datos	45

3.9. Descripción de operaciones de proceso	47
3.10. Diseño experimental.....	49
CAPÍTULO IV	51
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
4.1. Características físicas de la materia prima papa variedad (Canchán): ..	51
4.2. Resultados sensoriales según cartillas de evaluación para hojuelas fritas de papa variedad Canchán.	52
4.3. Resultados estadísticos para análisis sensorial en hojuelas fritas de papa variedad Canchán.	58
4.3.1. Resultados del análisis de Varianza para el olor sensorial en hojuelas fritas de papa variedad Canchán.	58
CAPÍTULO V	75
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
5.1. Conclusiones.....	75
5.2. Recomendaciones.....	76
CAPÍTULO VI	77
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
CAPÍTULO VII	83
7. ANEXO O APÉNDICE	83

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.</i> Taxonomía de la papa.....	8
<i>Tabla 2.</i> Características fisiológicas de la papa variedad Canchán.....	10
<i>Tabla 3.</i> Composición química de la papa:	11
<i>Tabla 4.</i> Especificaciones básicas para el aceite	23
<i>Tabla 5.</i> Aceites más utilizados para el freído industrial o de restauración.....	25
<i>Tabla 6.</i> Contenido de aceite de productos fritos comerciales	30
<i>Tabla 7.</i> Parámetros de proceso de fritura	45
<i>Tabla 8.</i> Parámetros de proceso de secado.....	45
<i>Tabla 9.</i> Variab	46
<i>Tabla 10.</i> Instrumentos de recolección de datos	47
<i>Tabla 11.</i> Resumen del diseño experimental	49
<i>Tabla 12.</i> Análisis de varianza (ANOVA) para el atributo del olor de las hojuelas fritas de papa variedad Canchan.....	61
<i>Tabla 13.</i> Pruebas de HSD Tukey para el factor tiempo de fritura, confianza de 95% (olor).....	62
<i>Tabla 14.</i> Pruebas de HSD Tukey para el factor proceso de fritura, confianza de 95% (olor).....	63
<i>Tabla 15.</i> Prueba de HSD tukey para la interacción (Tiempo de fritura por proceso de fritura) confianza 95% (olor).....	63
<i>Tabla 16.</i> Análisis de varianza (ANOVA) para el atributo del color de las hojuelas fritas de papa variedad Canchan.....	67
<i>Tabla 17.</i> Pruebas de HSD Tukey para el factor tiempo de fritura, confianza de 95% (color).....	67
<i>Tabla 18.</i> Pruebas de HSD Tukey para el factor proceso de fritura, confianza de 95% (color).....	68
<i>Tabla 19.</i> Prueba de HSD tukey para la interacción (Tiempo de fritura por proceso de fritura) confianza 95% (color).....	69
<i>Tabla 20.</i> Análisis de varianza (ANOVA) para el atributo del sabor de las hojuelas fritas de papa variedad Canchan.....	70

Tabla 21. Pruebas de HSD Tukey para el factor tiempo de fritura, confianza de 95% (sabor).....	71
Tabla 22. Pruebas de HSD Tukey para el factor proceso de fritura, confianza de 95% (sabor).....	72
Tabla 23. Prueba de HSD tukey para la interacción (Tiempo de fritura por proceso de fritura) confianza 95% (sabor).....	72
Tabla 24. Análisis de varianza (ANOVA) para el atributo del textura de las hojuelas fritas de papa variedad Canchan.....	74
Tabla 25. Pruebas de HSD Tukey para el factor tiempo de fritura, confianza de 95% (textura).....	75
Tabla 26. Pruebas de HSD Tukey para el factor proceso de fritura, confianza de 95% (textura).....	75
Tabla 27. Prueba de HSD tukey para la interacción (Tiempo de fritura por proceso de fritura) confianza 95% (textura).....	76
Tabla 28. Análisis de varianza (ANOVA) para el atributo de apariencia general de las hojuelas fritas de papa variedad Canchan.....	77
Tabla 29. Pruebas de HSD Tukey para el factor tiempo de fritura, confianza de 95% (apariencia general).....	78
Tabla 30. Pruebas de HSD Tukey para el factor proceso de fritura, confianza de 95% (apariencia general).....	78
Tabla 31. Prueba de HSD tukey para la interacción (Tiempo de fritura por proceso de fritura) confianza 95% (apariencia general).....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Papa variedad (Canchán)	9
Figura 2. Transferencia simultánea de masa y calor durante la fritura de alimentos... 22	
Figura 3. Cambios en el alimento durante el freído	26
Figura 4. Obtención de “Hojuelas fritas de papa variedad (Canchán)	46
Figura 5. Diseño experimental para hojuelas fritas de papa variedad (Canchán), sin secado y con secado previo.....	50
Figura 6. Características físicas de la materia prima papa variedad (Canchán)	51

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en el primer piso del laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca. El objetivo principal de esta investigación fue determinar el efecto del secado en las características organolépticas de hojuelas fritas de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Canchán, se cortó la papa en láminas delgadas. Un lote de las hojuelas se deshidrató en una estufa de secado conectivo a una temperatura de 60 °C durante 45 min hasta alcanzar una humedad ideal de 67% y el otro lote de papa se conservó en forma natural; el freído de ambos lotes de muestras se realizó por inmersión en aceite caliente, aplicando los siguientes tratamientos: a temperatura de 190°C (T1: 2min, T2: 2.30 min y T3:3 min). Se le adicionó sal al 1.5 %. Los resultados ANOVA muestran que (p-valor = 0.0000) esto indica que (p<0.05) con ello aceptamos la hipótesis alternativa la cual indica que la variable secado ejerce un efecto significativo en las características organolépticas de hojuelas fritas de papa Canchán, En los resultados sensoriales la muestra que obtuvo mayor aceptabilidad general fue: M3 con secado a un tiempo de fritura de 3 min con una puntuación de 182 puntos y la muestra que tuvo menor aceptabilidad general fue M1 sin secado con tiempo de fritura 2 min con 139 puntos.

Palabras clave: Efecto, secado, características, organolépticas, hojuelas, fritura, papa, tiempo, temperatura, secado, características, organolépticas, evaluación sensorial.

ABSTRACT

The present investigation was carried out on the first floor of the Food Technology Laboratory of the Professional Academic School of Engineering in Food Industries of the Faculty of Agrarian Sciences of the National University of Cajamarca. The main objective of this research was to determine the effect of drying on and organoleptic characteristics of fried potato chips (*Solanum tuberosum* L.) Canchán variety, the potato was cut into thin slices. One batch of the flakes was dehydrated in a connective drying oven at a temperature of 60 °C for 45 min until reaching an ideal humidity of 67% and the other batch of potato was preserved naturally; Both batches of samples were fried by immersion in hot oil, applying the following treatments: at a temperature of 190°C (T1: 2 min, T2: 2.30 min and T3: 3 min). 1.5% salt was added. The ANOVA results show that (p-value = 0.0000) this indicates that (p<0.05) with this we accept the alternative hypothesis which indicates that the drying variable exerts a significant effect on and organoleptic characteristics of Canchán potato chips, In the sensory results, the sample that obtained the greatest general acceptability was: M3 with drying at a frying time of 3 min with a score of 182 points and the sample that had the lowest general acceptability was M1 without drying with a frying time of 2 min with 139 points.

Keywords: Effect, drying, characteristics, organoleptic, chips, frying, potato, time, temperature, drying, characteristics, organoleptic, sensory evaluation.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La papa, *Solanum tuberosum* L., constituye uno de los principales alimentos en la canasta familiar; la variedad Canchán es la de mayor área de cultivo en el Perú, representando el 40 % de la producción total según (INIA, 2012).

Las hojuelas fritas de papa (chips) en el Perú son una alternativa y forma no tradicional de consumo con un gran mercado, que exige el tipo de papa con características adecuadas para la fritura. Las hojuelas de papa frita son altamente energéticas producidas por la deshidratación de las hojuelas de papa fresca y contacto directo con aceite caliente, el aceite absorbido contribuye al sabor y valor nutricional. La grasa constituye el 35 - 50% del peso total de las hojuelas fritas, la calidad de grasas y aceites usados en la industria de fritos debe tener estabilidad máxima y puntos de fusión muy bajos a fin de reducir la sensación de grasa en la boca, cuando los aceites y grasas suelen calentarse a altas temperaturas, ocurren 3 reacciones químicas en simultáneo: hidrólisis, polimerización y oxidación (Ramos y Tarazona 2001).

La textura, color y contenido de aceite son los principales parámetros de calidad de las papas fritas. Las papas fritas de buena calidad deben tener una corteza crujiente de aproximadamente 1 - 2 mm, en donde se encuentra la mayor parte del aceite, y un centro húmedo y suave, como una papa hervida (Bunger, Moyano y Rioseco, 2002).

Para lograr un proceso de fritura adecuado es necesario sumergir el alimento en un medio líquido que pueda mantener una temperatura constante y alta sin que se pierdan las características nutricionales del mismo, por efecto del calentamiento. Por ello es que la industria alimentaria opta por la opción de deshidratado en los alimentos previamente a la fritura de los mismos ya que el agua, no es muy apropiada en la estructura de un alimento, pues no sirve para estos fines ya que cambia de fase líquido vapor a 100 °C, temperatura que es insuficiente para modificar la superficie de los alimentos de origen proteico o con alto contenido de carbohidratos (Melnick, 2009).

La atracción del consumidor por este producto es en gran parte debido a cambios importantes en su microestructura inducida por la fritura y sus efectos sobre las propiedades físicas y sensoriales (Pedreschi et al., 2004).

El color en papas fritas es un importante parámetro a controlar junto con la textura y el contenido de aceite, este color es el resultado de la reacción de Maillard y tiene relación directa con la aceptación o rechazo del producto. Por lo tanto, la medición de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales es de gran utilidad, ya que ayuda a determinar los atributos de calidad en el producto final (Melnick, 2009) Es por ello que nuestra investigación busca determinar cuál es el efecto de secado en las características organolépticas de hojuelas fritas de papa (*solanum tuberosum* L.) variedad Canchán”

1.1. Problema de investigación

El modelo de las operaciones de fritura es un claro ejemplo de la habitual excesiva simplificación de los sistemas alimentarios, los modelos aplicados no son capaces de predecir los cambios en las propiedades del alimento debido a que utilizan relaciones simplificadas y no tienen en cuenta el efecto del proceso sobre la estructura y, consecuentemente, sobre las propiedades macroscópicas. Reflejo de este hecho es la gran dispersión de los valores de difusividad efectiva que pueden encontrarse en la bibliografía (Rojas, y Narváez, 2011) Estos modelos matemáticos deberían incorporar y procesar información sobre aspectos complejos de diversa índole: termodinámicos, estructurales, químicos y bioquímicos, mecánicos, etc., sin embargo, los modelos actuales eliminan la mayor parte de la información relevante para evaluar la calidad del alimento y los cambios que la misma sufrirá durante el proceso, dando lugar a modelos que no predicen la evolución de muchas de las características del producto. Conscientes de este hecho, se hace esta propuesta con el interés de aportar avances en el conocimiento e interpretación de las relaciones estructura-propiedad-proceso de tejidos vegetales. La presente investigación tuvo como finalidad profundizar en el conocimiento de la relación entre el proceso de secado en la estructura y propiedades organolépticas en el proceso de fritura de papa variedad (Canchan), para ello se establece la siguiente interrogante:

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto del secado en las características organolépticas de hojuelas fritas de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Canchán?

1.3. Objetivo general

- ✓ Determinar las características organolépticas de hojuelas fritas de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Canchán con secado y sin secado a diferentes tiempos.

1.3.1. Objetivos específicos

- Determinar las características organolépticas de hojuelas fritas de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Canchan con previo secado y sin secado.
- Determinar el tiempo óptimo de fritura de hojuelas de papa (*Solanum tuberosum* L.) de variedad canchan a diferentes tiempos.

1.4. Justificación de la investigación

a) Aporte Científico y tecnológico en la Investigación:

Se buscó un resultado óptimo a aplicar un previo secado antes de freír las hojuelas de papa, asimismo encontrar una temperatura y un tiempo ideal para hojuelas de papa frita con el objetivo de establecer un producto a nivel industrial cuanto a propiedades de características sensoriales.

b) Valor de la Investigación:

La investigación fue de gran utilidad para el sector industrial, ya que el control de temperatura y tiempo ideal para hojuelas de papas fritas y secado previo es importante como un aporte de parámetros a tener en cuenta en la industria de snacks.

c) Delimitación de la investigación

El presente trabajo de investigación se centra en el área de tecnología de los alimentos, el cual buscó incrementar el conocimiento tecnológico e innovación con técnicas instrumentales que faciliten parámetros de secado, temperatura, tiempo obteniendo una buena textura, sonido y aceptabilidad para el consumidor, por ello, será de gran utilidad por el aporte que dejará al mundo de la industria chips de papas fritas como snacks.

1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1. Hipótesis alternativa (H_i)

El efecto de secado influye significativamente en las características organolépticas de hojuelas fritas de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Canchán.

1.5.2. Hipótesis nula (H_o)

El efecto de secado no influye significativamente en las características organolépticas de hojuelas fritas de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Canchán.

CAPITULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

Avalos, E. 2014; en su investigación denominada: Influencia del secado previo y del tiempo de fritura en las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de rebanadas de papa (*Solanum tuberosum* L.) frita variedad huevo de indio, señaló que el secado previo y el tratamiento térmico de fritura afectaron significativamente el contenido de humedad, absorción de aceite, firmeza y aceptabilidad general de las rebanadas de papa frita. Las rebanadas de papa sometidas a secado previo proporcionaron rebanadas de papa frita con menor contenido de humedad mayor firmeza y aceptabilidad general de rebanadas de papa frita variedad Huevo de indio. Se determinó en las muestras con y sin secado previo que, a mayor tiempo de fritura, menor contenido de humedad, mayor adsorción de aceite y mayor firmeza final en las rebanadas de papa. Se determinó que el tratamiento S2t3, fue el que presentó menor contenido de humedad, mayor firmeza, mayor aceptabilidad general.

Chambilla, P. 2017. En su trabajo de investigación denominado: “Efecto de la osmodeshidratación como pre-tratamiento en el proceso de fritado de papa (*Solanum tuberosum* L.) Variedad Canchán”, señala que la velocidad de osmodeshidratación para el pre-tratamiento con 5% cloruro de sodio a 50 minutos de osmodeshidratación presento mejores resultados con una mayor pérdida de peso de 20.43%, menor contenido de humedad 68.28% y mayor ganancia de solidos 3.15 %. El efecto de la osmodeshidratacion con cloruro de sodio en T2 a un tiempo de fritura de 5 minutos presentó menor absorción de grasa de 13.13% y más aceptable sensorialmente. El tiempo de vida útil estimado según la ecuación de orden cero, para las papas osmodeshidratadas fritas almacenadas en fundas metalizadas fue de 19 días. Las muestras que fueron sometidas a un secado previo obtuvieron mayor puntuación en lo que concierne a color, textura, sabor, olor y aceptabilidad general.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Papa (*Solanum tuberosum* L.)

El origen del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) tiene una antigüedad de aproximadamente 5 500 años identificando a la región andina del altiplano entre Perú y Bolivia como el principal centro de domesticación (Engel 2007).

Sin embargo, mediante análisis de marcadores de ADN de 261 variedades silvestres y 98 variedades cultivadas, realizados por Spooner en el 2005, este indica que todos esos primeros cultivares proceden de una única línea ancestral del complejo *Solanum brevicaule*, de la región central o sur del Perú (FAO 2008).

La papa es una planta dicotiledónea herbácea anual, presenta un sistema aéreo y un sistema subterráneo. El primero está conformado por el tallo, hojas, flores y frutos, el segundo por raíces, estolones y tubérculos. El tallo es anguloso y grueso con una altura que varía entre 0,5 y 1 m, las hojas son imparipinadas, con nueve o más folíolos, cuyo tamaño es tanto mayor cuanto más alejado se encuentran del nudo de inserción (Belitz y Grosch 2007).

Las flores son pentámeras y los colores son diversos variando desde el blanco a morado, su número varía y depende de la variedad. El fruto es una baya redondeada de color verde que se vuelve amarilla al madurar, su tamaño suele variar entre uno a tres centímetros de diámetro (Arce, 2002).

El tubérculo es un tallo subterráneo modificado, acortado, engrosado y carnoso, provisto de yemas latentes u ojos. Varían mucho en forma y tamaño, mayormente 3 son redondos, acilindrados y alargados. También pueden ser ovalados, achatados, fusiformes, algo enroscados, es decir, adoptan diversas formas irregulares. El color de la piel del tubérculo es muy variable, va desde el blanco al amarillo, de violeta a rojo oscuro y morado, púrpura o negro. Muchos tienen áreas jaspeadas o vetas de colores, que depende de la variedad de la papa (Ministerio de Agricultura, 2006).

2.2.1.1. Clasificación taxonómica

La papa está ubicada en la siguiente posición taxonómica (Salazar, Zambrano, y Valecillos, 2008). En la (Tabla 1) se presenta la clasificación taxonómica de la papa:

Tabla 1. *Taxonomía de la papa*

Taxonomía de la papa	
Tipo:	Spermatophyta
Clase:	Angiospermas
Subclase:	Dicotiledónea
Orden:	Tubbiflorae
Familia:	Solanaceae
Género:	Solanum
Especie:	Tuberosum
Sub-especie:	Tuberosum, Andigenum
Nombre común	Papa
Nombre científico:	Solanum tuberosum

Fuente: Salazar, Zambrano, y Valecillos (2008)

2.2.1.2. Papa variedad (Canchán)

La papa variedad INIA 303-Canchán, es una variedad mejorada y liberada en 1980 por el Centro Internacional de la Papa (CIP) y el Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA de Huánuco Cabrera, 2016. En el Perú se siembra anualmente alrededor de 300 000 hectáreas de papa, 40 % de estas son la variedad INIA 303 - Canchán, lo que significa aproximadamente 120 000 hectáreas cada año (INIA, 2012).

Se define como un tubérculo redondeado; piel roja clara; ojos superficiales a semi-profundos; pulpa blanca cremosa; brotes rojizos. Período vegetativo intermedio (4-5 meses); Se adapta en costa y sierra, planta de porte mediano; flores rojo violáceo, escaso y muy poca fructificación. Tolerante a "rancho". Buena calidad comercial. También se la conoce como: rosada por el color de su cáscara, es más económica que la papa blanca, pero tiene mejor textura y sabor. Se encuentra en el mercado prácticamente todo el año, porque se cultiva tanto en la costa como en la sierra (INIA, 2012).

En la (Figura 1). Se muestra una imagen de la papa variedad Canchán:

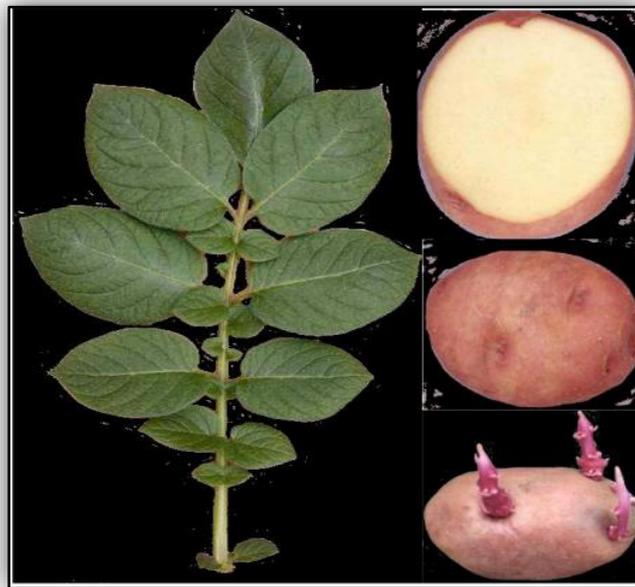


Figura 1. Papa variedad (Canchán)

Fuente: (INIA, 2012).

2.2.1.3. Características fisiológicas de la variedad Canchán

En la (Tabla 2) se presentan las características fisiológicas de la papa variedad Canchán, según INIA (2012):

Tabla 2. *Características fisiológicas de la papa variedad Canchán*

Papa variedad Canchán	
Profundidad:	Superficial
Color de piel:	Rojo
Color de pulpa:	Blanco
Contenido de materia seca:	25%
Contenido de humedad:	75%
Peso específico:	1.1 N/m ³
Color de tallo:	Verde claro
Color de flor:	Escasa floración
Forma:	Redondo

Fuente: INIA (2012)

2.2.1.4. Composición química de la papa:

En términos de su composición, la papa está formada principalmente de agua. La composición química de la parte sólida remanente puede variar ampliamente dependiendo de factores como: variedad, madurez, diferencias ambientales, aplicación de químicos y condiciones ambientales.

En la (Tabla 3) se presenta la composición química de la papa, citada por Kalazich y col (2006):

Tabla 3. *Composición química de la papa:*

Compuesto:	Contenido
Agua:	75.77%
Hidrato de carbono:	19.83
Proteínas:	1.56%
Grasa:	0.25%
Cenizas:	1.23%
Celulosa:	1.34%
Vitamina C:	0.40 mg/100g
Vitamina B1:	100 mg/100g
Vitamina B2:	30 mg/100g
Calcio:	8 mg/100g
Fósforo:	56 mg/100g
Hierro:	0.7 mg/100g
Valor energético:	80kcal/100g

Fuente: Kalazich y Col (2006)

En papas el almidón representa 65 a 89% del peso en base seca y es calóricamente el componente nutricional más importante. En papa cruda, el almidón se presenta como gránulos microscópicos con forma elipsoidal. La composición del almidón es de aproximadamente 21% de amilasa, 75% de amilopectina, 0.1% de lípidos, 0.1% de proteína y 0.08% de fósforo (Anderson, 2004).

La síntesis de almidón y su degradación a azúcares simples en la papa son actividades metabólicas importantes durante el almacenamiento post cosecha. La conversión de almidón a sacarosa y azúcares reductores es indeseable y

ocurre en la mayoría de las variedades a temperaturas inferiores a 5°C (Fennema, 2006).

Las temperaturas más adecuadas de almacenamiento de papa deben fluctuar entre 5 y 8°C cuando se realizan almacenamientos por dos a cuatro meses y de 4 a 5°C cuando se almacena por más tiempo, temperaturas más altas provocan una rápida deshidratación y pérdida de peso del tubérculo; temperaturas muy bajas favorecen la formación de azúcares o endulzamiento de la papa, disminuyendo la calidad del producto, especialmente de la destinada al consumo industrial, porque además de afectar su sabor, origina un oscurecimiento indeseable en las frituras (INDAP, 2001).

2.2.1.5. Usos de la papa

Una vez cosechada, la papa se destina a diversos fines. En realidad, las papas que se consumen frescas son menos del 50 por ciento de la producción mundial. Con el resto se obtienen alimentos e ingredientes alimentarios industriales, piensos para ganado ovino, porcino y las aves de corral, almidón para la industria y tubérculos semilla para la siguiente cosecha (Arce, 2002) El consumo mundial de papa está cambiando de papa fresca a productos procesados, como papas tostadas (hojuelas de papa fritas), pre fritas, congeladas y deshidratadas (Hasbun et al, 2009). La papa en tiras que se usa para pollerías son las variedades Diacol Capiro, Canchán, Perricholi, Única y Serranita. Aunque hay algunas pollerías exclusivas que usan variedades nativas Amarilla Tumbay y Huamantanga. La cantidad de papa industrial (de las variedades Kennebec, Atlantic, Russet Burbank) que se importa de Holanda y Bélgica para papas fritas en bastones, se estima que significa el 3.3 % de la producción de papa que se usa para pollerías, el resto de papa, 96.7% es papa peruana (MINAGRI, 2013).

2.2.1.6. Papas fritas

Las papas fritas son nombradas de diferentes maneras dependiendo del lugar, algunas las llaman solo papas fritas, papas fritas en forma de bastones, papas fritas en tiras, otras las conocen como papas fritas a la francesa (french fried potatoes), sin embargo, el término más utilizado y posiblemente adecuado es las

“papas fritas a la francesa”, debido a que su origen se le adjudica a Francia, aunque sigue siendo cuestionado. Se conocen como papas fritas a la francesa a las piezas de papa sometidos a un proceso de fritura por inmersión, principalmente a trozos con forma de bastón obtenidos ya sea de la papa en fresco o bien, procesada, como en el caso de los bastones de papa pre frita congelados, con cortes de entre 70 y 80 mm de largo aproximadamente y 11 mm de grosor. Además, las patatas fritas se sirven calientes, ya sea suave o crujiente, y generalmente se comen como parte del almuerzo o la cena o por ellos mismos como un aperitivo, y aparecen comúnmente en los menús de comida rápida restaurantes (Moya, 2011).

2.2.1.6.1. Características generales de las papas fritas

Sobre la calidad de la papa y en particular, sobre su aptitud para la fritura influyen múltiples factores que van desde la aptitud propia de la variedad pasando por los factores medioambientales y técnicos durante el cultivo, la manipulación y transporte. Y finalmente en las condiciones de almacenamiento. La industria demanda papas sanas, de forma redondeada, con calibres medianos (entre 40 y 80 mm) y un bajo nivel de defectos (Malagamba, 2007).

En la calidad del producto final, es decir, de la papa frita, se han de tener en cuenta diferentes parámetros como la forma, el color, la firmeza, el 12 sabor, el contenido de sólidos, el contenido graso, etc. se han realizado diversos estudios que ponen de manifiesto la gran importancia de algunos de estos parámetros. La principal característica de la papa frita es su firmeza crujiente, siendo uno de los indicadores de calidad más importante en el producto final. Otro parámetro destacable de calidad de la papa frita, que está estrictamente relacionado con la percepción de los consumidores, es el color (Castro, 2007).

Un aspecto de gran interés en la calidad de la papa frita, que es necesario controlar, es el contenido de azúcares reductores (glucosa y fructosa), ya que su elevada presencia provoca la aparición de colores oscuros en la fritura dando lugar además a un sabor amargo debido a la formación de compuestos cetónicos y al aldehído generado en la reacción de Maillard (Castro, 2007).

a) Absorción de aceite

Moyano y Pedreschi (2005) investigaron que las papas fritas contienen una cantidad significativa de aceite que oscila entre 35-45 % que le da al producto una firmeza y sabor que los hacen únicos.

En los últimos años, la preferencia de los consumidores aumentado por los productos con poca grasa o sin grasa; esto ha servido de estímulo para que la industria de alimentos como las papas fritas, puedan producir papas fritas con un contenido de aceite inferior y sigan manteniendo una firmeza y sabor deseable.

Pedreschi y Moyano (2005) investigaron el efecto de tratamiento previo de secado sobre la firmeza y la absorción de aceite, determinando que el contenido de aceite de las papas fritas tiende a permanecer constante y que el tratamiento de secado disminuye drásticamente la absorción de aceite después de la fritura a 120 y 180 °C.

b) Contenido de humedad

Moyano y Pedreschi (2008) durante la fritura hay una transferencia simultánea de calor y masa, de tal manera de ocurren cambios en las características físicas, químicas y sensoriales; estos cambios están relacionados con la temperatura del aceite, el tiempo de fritura, la pérdida de agua, absorción de aceite y el color que se desarrolla en las papas fritas. El contenido de humedad es una propiedad importante en la calidad de los alimentos fritos. El contenido de humedad de los alimentos fritos denota la cantidad de agua por unidad de masa húmeda o producto seco y generalmente se expresa con un porcentaje; freír en grasa que también se puede definir como un proceso de secado. La pérdida de humedad durante la fritura generalmente disminuye exponencialmente con el tiempo de fritura, cuando la temperatura de aceite de fritura es entre 160 y 180 °C, se caracteriza con una alta tasa de secado en donde el contenido de humedad de las papas fritas disminuye en un 80 %, el mecanismo de la pérdida de agua durante la fritura es compleja (Pedreschi y Zúñiga, 2008).

c) Color:

Entre las diferentes propiedades físicas entre los alimentos y productos alimenticios, el color se considera un atributo visual más importante en la percepción de la calidad del producto. El aspecto y el color de la superficie en los alimentos son los primeros parámetros evaluados por los consumidores y es fundamental en la aceptación del producto incluso antes que entre en la boca (Pedreschi y Zúñiga, 2008).

Para Moyano y Pedreschi (2005) el color de las papas fritas es el resultado de la reacción de Maillard que depende del contenido de azúcares reductores en la superficie, la temperatura y tiempo de fritura. A temperaturas altas algunos pigmentos dan un color marrón según el tiempo. El desarrollo del color de las papas fritas comienza solo si hay una velocidad suficiente de secado, esto depende de la velocidad de secado y una eficiente transferencia de calor durante el proceso de fritura, también de los procesos variables como el tiempo y los pretratamientos de las materias primas, que se espera afecten al color en los productos fritos (Pedreschi y Zúñiga, 2008).

d) Firmeza:

La firmeza es una percepción sensorial lo que significa que solo los humanos pueden percibir, describir y cuantificar, en general se describe como un atributo de múltiples parámetros. La firmeza es definida por las propiedades estructurales de los alimentos, los cambios texturales durante la fritura son el resultado de muchos cambios físicos y químicos estructurales producidos en los tejidos crudos, que también incluyen la transferencia de calor. En los productos con un contenido de almidón relativamente alto como las papas, hay una influencia importante en la firmeza que podría ser debida a la gelatinización del almidón durante la cocción (Pedreschi y Zúñiga, 2008).

Moyano y Pedreschi (2005) investigaron que la firmeza de las papas fritas podría ser descrita en términos de nitidez. Existen curvas características de fuerza-distancia en diferentes momentos de fritura de papas en donde se muestra una fase inicial en la que todo el tejido ablandado en el núcleo comienza a formarse la corteza y finalmente el endurecimiento progresivo. Las altas temperaturas de

fritura aseguran el endurecimiento de la corteza lo que resulta papas fritas con más costra.

2.2.1.7. Fritura

La fritura por inmersión es uno de los métodos de cocción más antiguo y popular para obtener un producto con un sabor y textura únicos (Rímac et al, 2004). Además, puede definirse como un proceso de cocinado de alimentos mediante su inmersión en un fluido comestible (aceite). El proceso de fritura se realiza a altas temperaturas en tiempos cortos (algunos minutos), estas temperaturas de fritura oscilan entre 130 – 190 °C (Brennan, 2008).

La temperatura usada para la fritura es determinada principalmente por requerimientos del producto y consideraciones económicas. A temperaturas altas, los tiempos de procesamiento son reducidos y el grado de producción por lo tanto incrementado. El tiempo tomado por el alimento para estar completamente frito depende de muchos factores como el tipo de alimento, la temperatura del aceite, la geometría del alimento, el método de fritura (superficial o profundo) y los cambios requeridos en las características del alimento (Fellows, 2000).

Esta operación compleja representa un proceso que implica varios cambios químicos y físicos, incluyendo la gelatinización del almidón, desnaturalización de proteínas, vaporización del agua, formación de la corteza, transferencia de calor y transferencia de masa de manera simultánea. Esta operación se caracteriza por la migración del aceite hacia el producto, así como también la migración de agua del producto hacia el medio de fritura (aceite) (Rímac et al., 2004).

En el alimento frito los principales cambios son pérdida de humedad, cambio en el color, la formación de costra, desarrollo de texturas firmes, desarrollo de sabor y aroma a freído (Ortiz, 2012).

2.2.1.7.1. Fases del proceso de fritura

En cuatro fases se puede dividir el proceso de fritura según (Lercker y Carrasco, 2010) las cuales son:

- 1) **Calentamiento inicial** (*Initial heating*): el alimento, a una temperatura muy inferior a la del aceite, es inmerso en la grasa. La temperatura de la superficie del alimento empieza a aumentar a causa del calentamiento debido a la convección natural. En esta breve fase, que dura unos pocos segundos, no se da la evaporación del vapor acuoso del alimento.

- 2) **Ebullición superficial** (*Surface boiling*): la temperatura de la superficie del alimento alcanza la temperatura de ebullición del agua que inicia a evaporarse. Las burbujas modifican la convección natural. En esta fase se empieza a formar la costra por la deshidratación de la parte superficial del alimento.

- 3) **Periodo de velocidad decreciente** (*Falling rate*): el agua no alcanzada, que está situada en el interior del alimento, se calienta; la temperatura del interior aumenta y el alimento empieza a cocerse, desprende más vapor acuoso y la parte de costra se hace más gruesa. El espesor de la costra depende de la conductividad térmica de la misma, de la temperatura del aceite, del contenido de agua y también de la 20 conductividad térmica del interior del alimento. Un aumento en la temperatura del aceite se refleja en un aumento del espesor de la costra.

- 4) **Punto final de burbuja** (*Bubble end point*): disminuye hasta detenerse la evaporación del agua, mientras la temperatura superficial, que hasta este momento se había detenido a punto de ebullición del agua, crece y existe el riesgo de que el alimento se queme en la superficie.

2.2.1.7.2. Tipos de fritura

El proceso de fritura se puede clasificar atendiendo a varios criterios; así según (Lercker y Carrasco, 2010) la fritura puede ser:

a) Freído por inmersión:

El freído por inmersión es muy importante y consiste en emplear materia grasa líquida a determinada temperatura (120-180 °C), dependiendo de lo crudo del material y del producto final deseado. Durante el proceso se transmite calor a los alimentos, que además de cocerse, experimentan oscurecimiento en su superficie. Lo cual, se origina como resultado de diversos cambios fisicoquímicos como la gelatinización de los gránulos de almidón, desnaturalización de proteínas, reacciones de caramelización y formación de la costra. Tales reacciones suceden tanto a un nivel micro como macro y da como resultado, un producto seco, crujiente y dorado. El alimento se cocina por transferencia de calor directa del aceite caliente hacia el alimento frío; cuando el alimento se adiciona al aceite caliente, la temperatura del aceite desciende y la humedad superficial del alimento forma vapor rápidamente. Al mismo tiempo, el agua en el interior de éste, se difunde hacia la superficie, para finalmente pasar a la fase de vapor y viajar a través del aceite de freído hacia el aire atmosférico. Lo que se evidencia por la presencia de burbujas en el aceite. Así, cuanto más avanza el freído, el alimento comienza a obtener su color característico. El aceite se absorbe en el alimento, para generar una textura crujiente y un sabor característico (Badui et al., 2003; Oke et al., 2017).

El inconveniente de este método radica en que el volumen de aceite empleado es mayor al que se requiere en el freído superficial, por el tipo de contenedores empleados. Generalmente, a nivel industrial se emplean freidoras totalmente mecanizadas, donde el alimento queda completamente inmerso. Existe una estrecha relación entre las temperaturas de trabajo y los tiempos necesarios para alcanzar los objetivos de cada cocción. Los tiempos se prolongan a medida que se reducen las temperaturas de trabajo. La cocción apropiada exige la perfecta combinación de temperatura-tiempo. La temperatura óptima reportada para el freído por inmersión es de 180 ± 5 °C, para minimizar la absorción de grasa. Entre los principales factores señalados como determinantes de la velocidad de

conducción del calor hacia el centro del alimento, se encuentran (Badui et al., 2003; Oke et al., 2017 Godswill et al., 2018):

- La velocidad de evaporación en la superficie del alimento.
- La temperatura en la superficie.
- El espesor del alimento.

La relación área superficial/volumen. Cuanto mayor sea la superficie existen más posibilidades de disponer de mayor cantidad de calor.

La distancia al centro del alimento. Los alimentos delgados requieren tiempos de cocción más cortos que los gruesos. Asimismo, cuando el alimento se introduce en el aceite caliente ocurren los siguientes sucesos (Bordin et al., 2013):

- ❖ El calor continúa transfiriéndose incluso después de que el alimento es cocinado y retirado del recipiente.
- ❖ La humedad del alimento comienza a formar vapor, que se elimina mediante burbujeo que desciende gradualmente a medida que el alimento va cocinándose.
- ❖ En el freído por inmersión las altas temperaturas empleadas durante el proceso provocan que la grasa se oxide, dando como resultado un desarrollo temprano en la tendencia a la formación de espuma, un definitivo oscurecimiento del color y un incremento notable en la tendencia de las grasas y aceites a producir humo (Lawson, 2009).

b) Freído superficial:

La aplicación del freído superficial es casi exclusivamente una práctica culinaria en la hotelería y restaurante. El cocinado a la plancha y el freído superficial son los métodos más usados en la preparación de desayunos. Según (Bordin et al., 2013). Muchas cadenas de servicios de comida rápida han incrementado su volumen de ventas, al ser un método sencillo y de fácil aplicación.

En este proceso se sumerge en el aceite la superficie del alimento que se desea freír, normalmente en sartenes o recipientes de poca profundidad y un bajo nivel de aceite. La parte del alimento sumergida se fríe y la que no está en contacto

con el aceite, se cuece debido al vapor intenso desprendiendo del mismo producto al calentarse (Bordin et al., 2013; Oke et al., 2017).

Por lo regular se utilizan utensilios de acero inoxidable, para evitar el desprendimiento de metales que puedan provocar el deterioro oxidativo. El tiempo del freído superficial varía dependiendo del alimento a cocinar. Debido a que el índice de agua contenida es diferente, y el nivel de penetración del calor es controlado por la conductividad térmica del alimento. Una de las ventajas del freído superficial sobre los demás procesos 8 culinarios reside en el calentamiento rápido y uniforme del alimento.

Las altas temperaturas empleadas (85-175 °C) “sellan” la superficie del producto. Lo cual, evita que se desprenda el vapor rápidamente y facilita la cocción del interior del producto y permitiendo que quede más jugoso.

El incremento de la temperatura acelera el proceso de freído, pero también el deterioro del aceite, ya que se activan los procesos químicos y en dependencia de las temperaturas empleadas, también se favorecen los procesos enzimáticos, por tanto, las grasas o los aceites calentados tienden a degradarse con bastante rapidez, en especial si en ellos hay sustancias o residuos que actúan como catalizadores de las alteraciones. Cuando el aceite comienza a desprender humo blanco significa que el aceite se está descomponiendo y pueden empezar a formarse productos poco benéficos para la salud (Badui et al., 2003).

2.2.1.8. Aceites utilizados en el proceso de fritura

Aceites utilizados en el proceso de fritura El proceso de fritura usa aceites y grasas como medio de transferencia de calor al producto, los alimentos pueden freírse en una amplia variedad de aceites vegetales (maíz, girasol, semilla de soya, etc.), grasas animales o una mezcla de ellos. (Brennan, 2008).

Las especificaciones básicas para un aceite de fritura se detallan en la (Tabla 4):

Tabla 4. *Especificaciones básicas para el aceite*

Criterio	Especificación
Color (Unidades lovibond rojo)	2.0 max, claro
Gusto	Ninguno
Flavor – Sabor	Ninguno
Ácidos grasos libres	0.1 % max
Índice de peróxidos	0.1 % max
Punto de humo	1-2 meq O ₂ /kg
Humedad	0.05 – 0.1% max
Ácido linoleico	2-3% max

Fuente: Dobarganes, Velasco y Márquez (2002)

La función del aceite en el freído es doble. Por un lado, actúa como medio transmisor de calor y por otro de transferencia de masa, llegando a ser un ingrediente del producto frito al ser absorbido por el mismo, tal como muestra en la (Figura 2). Ésta última función tiene especial interés, ya que la estabilidad del aceite y su grado de alteración influirán directamente en la duración del producto. (Belitz y Grosh, 2007).

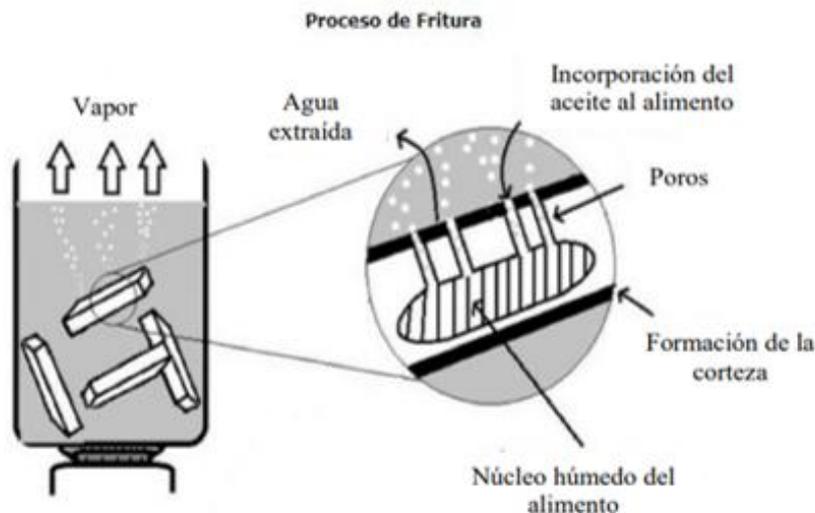


Figura 2. *Transferencia simultánea de masa y calor durante la fritura de alimentos*

Fuente: Montes et al., (2016).

La velocidad de transferencia de calor hacia el alimento está influenciada por las propiedades térmicas, viscosidad del aceite y las condiciones de agitación. Mientras exista producción de burbujas en la superficie el régimen será de convección forzada y la determinación de los coeficientes de transferencia de calor convectivos se hace más difícil de cuantificar. El proceso de transferencia de calor hacia la superficie se dificulta aún más si las burbujas permanecen adheridas al producto (Coccio, 2006).

Una amplia variedad de aceites y grasas refinadas son utilizados como medio de fritura (Tabla 5), donde los aceites mayoritariamente insaturados son los más utilizados, ya que presentan ventajas respecto a las grasas saturadas o parcialmente hidrogenadas por cuestiones relacionadas con la salud, y también, por cuestiones de estabilidad y calidad sensorial. El uso de mezclas de aceites es una posibilidad real para conseguir una mayor flexibilidad en la disponibilidad de los mismos (Marinova et al., 2012).

Tabla 5. Aceites más utilizados para el freído industrial o de restauración

Tipo	Grasas y aceites
Grasas animales	Manteca de cerdo – Sebos
Aceites vegetales	Oliva, Girasol, Soya, Maíz, Algodón, Canola y Cacahuete
Grasas vegetales	Palma – Coco
Fracciones de grasas	Estearina de algodón, Oleína de palma y Estearina de palma
Grasas hidrogenadas	Aceite de pescado hidrogenado, Oleína de palma hidrogenada y Aceite de soya hidrogenado

Fuente: Navas (2005).

2.2.1.9. Temperaturas recomendadas para freído

Existe una estrecha relación entre las temperaturas de trabajo y los tiempos necesarios para alcanzar los objetivos del freído (Bello, 2008).

El aumento de la temperatura de fritura disminuye la absorción del aceite, pero en general no tiene efecto significativo. Mientras mayor es la relación superficie/masa producto mayor es la absorción de grasa, existiendo una relación lineal entre ambos parámetros (Tipán, 2017).

La uniformidad en el freído depende de la similitud de las piezas del alimento que serán fritas. Piezas pequeñas de alimento son más rápidas de freír, mientras que piezas grandes, requieren de tiempo largos para la penetración del calor a ellas. Piezas grandes generalmente requieren bajas temperaturas para prevenir un sobrecocinado o quemado de la superficie del alimento (Flores y Sosa, 2016).

Las temperaturas recomendadas para el freído varían entre 160 °C y 190 °C, incluso hasta 200 °C, encontrando dentro de este intervalo lo siguiente:

- a) Conviene usar temperaturas medianamente calientes (140 °C), para alimentos que contienen grandes cantidades de agua (hortalizas y pescado, entre otros) y para alimentos gruesos.
- b) Las temperaturas calientes (160 °C) se emplean para la elaboración de alimentos que hayan tenido una pre cocción (verduras cocidas y rebozadas, entre otros) o para los que llevan alguna pasta de freír.
- c) Las temperaturas muy calientes (180 °C) son adecuadas para alimentos de pequeño volumen donde la cocción es muy rápida (Bello, 2008).

2.2.1.10. Cambios en el alimento durante el freído

Durante el freído ocurren reacciones químicas en el alimento, fundamentalmente oxidativas y térmicas, las que afectan a los lípidos, proteínas, hidratos de carbono y a otros componentes minoritarios de los alimentos (Álvarez, 2005). Los mayores cambios micro estructurales se producen a nivel de la corteza, donde se observa la deshidratación y encogimiento de células, gránulos de almidón gelatinizados y la acumulación del aceite. Las proteínas, aunque estén presentes en el alimento en pequeñas concentraciones sufren desnaturalización y posiblemente degradación. Así, por ejemplo, la formación de corteza 19 en la carne frita se ha atribuido a cambios estructurales en las proteínas y su color café oscuro a la combinación de deshidratación y reacciones de pardeamiento. Efecto de calor de reacción de maillard el cual ocasiono pardeamiento en las hojuelas fritas de papa (Tipán, 2017).

Los alimentos calentados en grasa, no sólo se cuecen, sino que también su superficie se oscurece debido a la caramelización de los azúcares y a la reacción reductora de azúcar-proteína. Las superficies crujientes de los alimentos fritos ayudan tanto a su apariencia como a su sabor. Cuando los alimentos son bien preparados, la superficie del alimento es dorada en el exterior y húmeda en el interior. La cantidad de calor que recibe un alimento durante su cocción puede tener efectos en el desarrollo de una serie de fenómenos físicos y químicos en la grasa empleada, que sin duda afectan la calidad del alimento, porque inciden sobre sus características sensoriales, nutritivas y sanitarias (Rojas y Narvéez,

2011). En este caso las muestras con secado tuvieron como resultado una apariencia con superficies doradas en el exterior y húmedas en el inferior.

Un incremento de la temperatura puede fluidificar la grasa, que puede pasar a vapor el agua líquida con pérdidas de sustancias volátiles, provocar movimientos de componentes capaces de solubilizarse en el agua o en las grasas con alteración de los sistemas coloidales presentes. Al convertirse el agua en vapor aumenta la presión al interior del alimento y el vapor escapa del interior a través de capilares o poros formados por la reducida adhesión entre células. A medida que el proceso continuo, las áreas que rodean los sitios por donde escapa el vapor se secan y pierden su hidrofobicidad. El aire se adhiere entonces a la superficie y entra al producto por estas áreas dañadas (Warner, 2009).

La pérdida de agua, o desecación, sufrida por el alimento al ser sometido a un proceso de cocción resulta un fenómeno que va a tener una cierta trascendencia en la calidad del producto final (Lamberg et al., 2009) Son varios los factores determinantes de la velocidad a la que tienen lugar estas pérdidas de agua a nivel superficial (Bello, 2008). El proceso de secado previo en las hojuelas de papa (*Solanum Tuberosum* L) de variedad Canchan resulto ser un factor importante en el producto final:

- La temperatura a la que se encuentra la superficie del alimento.
- La temperatura y humedad relativa del medio (que puede ser el aire).
- La velocidad a la que se mueve el medio.
- La actividad del agua en el alimento

2.2.1.11. Regiones del alimento sometidos a freído

Existen tres diferentes regiones de textura en el alimento: una capa externa, capa intermedia y región interna, estas pueden ser identificadas en un alimento sometido a freído profundo o por inmersión, tal como se ve en la (Figura 3) (McSavage y Trevisan, 2001; Navas, 2005).

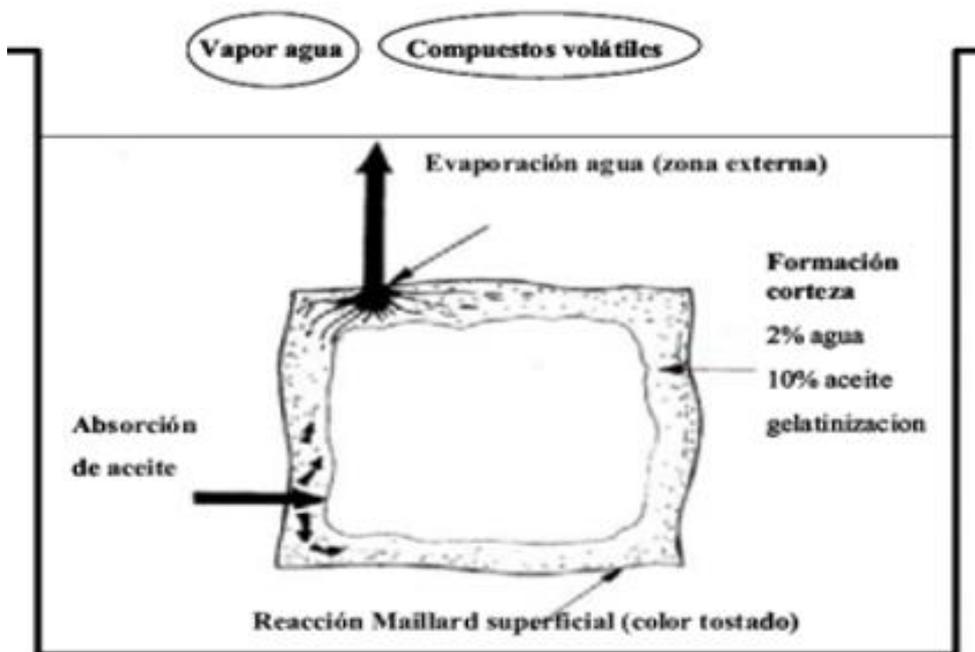


Figura 3. Cambios en el alimento durante el freído

Fuente: Navas, (2005)

Entre los fenómenos físicos y químicos que ocurren en la matriz del producto sometido a freído se dan fenómenos de deformaciones mecánicas incluyendo expansiones, disgregación de la matriz sólida, desarrollo de porosidad y de una superficie rugosa, transferencia de agua del alimento al medio de fritura y posterior evaporación, la absorción y adsorción por parte del alimento de compuestos de alteración del aceite (Navas, 2005).

La mayor concentración de aceite tiende a encontrarse en la corteza externa. Moreira et al., (2005), reportaron que el aceite en tortilla chips no se encuentra distribuido uniformemente y se concentra en los bordes y en las zonas

expandidas de las tortillas. Lo mismo se ha comprobado en papas fritas por observación al microscopio. La retención de aceite tendría que ver con la formación de huecos o ampollas y quizá con el daño que se produce en las células externas durante el corte de las rebanadas.

En algunos casos se ha propuesto la analogía con una esponja la cual, retiene líquido que entra por succión en su estructura porosa. Se pudo observar que las muestras con menor tiempo de fritura y sin secado previo tuvieron mayor absorción de aceite.

Es conveniente dar una idea del contenido de grasa en algunos alimentos después de ser sometidos al freído (determinado generalmente, por extracción con solventes) de distintos alimentos fritos y que contribuye de manera importante a la ingesta de lípidos de los consumidores. En la (Tabla 6), se menciona en lista algunos productos fritos comerciales pertenecientes a distintos tipos de materias primas alimentarias y su contenido de aceite en fritura (Bordin et al., 2013).

Tabla 6. *Contenido de aceite de productos fritos comerciales*

Producto	% de aceite
Vegetales	
Papas fritas	8 – 16
Cárnicos	
Pollo frito	28
Croquetas pescado	de 22 – 34
Pescado frito	7 – 18
Pastelería	
Donuts	9 – 31
Snacks	
Tortillas de maíz	23 – 34
Papas chips	35 – 45
Expandidos de queso	32 – 46

Fuente: (Tipán, 2017).

2.2.1.12. Principales modificaciones de la composición de los alimentos durante la fritura

Lo primero que puede llamar la atención cuando un alimento se somete a un tratamiento térmico suelen ser las modificaciones vinculadas a su aspecto externo (Thybo, Bechmann, Martens y Engelsen 2000).

a) Volumen:

El cambio de volumen puede deberse a fenómenos como los siguientes:

- Pérdida de agua de constitución, que se produce por una deshidratación superficial, debida a la duración de la exposición del alimento al calor y de la superficie tratada, así como de la intensidad de la fuente de calor.
- Pérdidas de materia grasa por fusión debido al calor, estas pérdidas también resultan proporcionales a tres parámetros tecnológicos: Tiempos y temperaturas de cocción, y la cantidad de agua contenida en el alimento y su punto de fusión. De aquí la importancia de respetar los tiempos señalados para el freído, así como la regulación precisa de la temperatura.
(Rivera et al., 2014).

b) Coloración.

El freído modifica el color inicial de los alimentos. La causa del cambio de color puede responder a los motivos más diversos, aunque siempre en función de factores como la naturaleza y composición química del alimento (Díaz, Martínez y Mendez, 2008) Debido a lo anterior cabe destacar: Una caramelización de los azúcares mono y disacáridos presentes.

Pardeamientos en estructuras proteicas, que han coagulado como consecuencia de una desnaturalización., cuando se trata de cocciones en un medio graso hay que contar con pardeamientos, como consecuencia de las altas temperaturas alcanzadas (Mariod et al., 2006).

c) Consistencia:

La modificación de la consistencia de un alimento por la aplicación de calor, se encuentra vinculada a fenómenos muy diversos, debidos principalmente a los efectos sobre proteínas y polisacáridos:

- Una coagulación de las proteínas desnaturalizadas, con el endurecimiento posterior, será proporcional a la duración del freído en función de la naturaleza del alimento.
- La gelatinización del almidón conlleva a espesar la fase líquida por aumento de la viscosidad.
- La dextrinización como la que se produce en el almidón cuando se calienta en medio seco y que, al caramelizar, se endurece y se vuelve crujiente. (Mba, 2017).

d) Sabor:

El tratamiento térmico provoca en el alimento modificaciones de aroma y de sabor, que se observan a través de los sentidos del olfato y del gusto, tales como:

Captación de sabores (Frazier, 2002).

- Liberación de sustancias volátiles
- Desarrollo de sabores característicos, como consecuencia de reacciones químicas
- Volatilización de sustancias aromáticas
- Solubilización de sustancias sápidas

2.2.1.13. Proceso de degradación de aceite

El deterioro del aceite depende de varios factores: el tipo de proceso de freído, la temperatura, la intermitencia entre enfriar y calentar, el grado de insaturación del aceite utilizado, el alimento, la luz, el mantenimiento del equipo de freído y el uso de filtros. Los factores que causan los cambios en la estructura del aceite durante el freído y, por lo tanto, su degradación, son: la humedad del alimento, que da lugar a alteraciones hidrolíticas; el oxígeno atmosférico, que entra al

aceite produciendo reacciones oxidativas; las altas temperaturas (mayores a 90°C), que causan alteración térmica; y la contaminación por ingredientes del alimento (Anderson, 2004)

La calidad del aceite y del alimento frito pasa a través de una fase óptima. Después, la calidad y el sabor de ambos comienzan a declinar. Las reacciones químicas alteran la estructura química de las moléculas de aceite y los ácidos grasos insaturados son los más afectados (Ortiz, 2012).

Los métodos que se utilizan para medir la degradación de grasas y aceites son el índice de peróxido, el índice de yodo, el índice de acidez, la viscosidad, el porcentaje de polímeros y el porcentaje de compuestos carbonilos, entre otros (Anderson, 2004).

Con el aumento de la temperatura se aceleran todos los procesos químicos y enzimáticos. Por lo tanto, una grasa o aceite calentados se degradan con bastante rapidez, sobre todo si hay residuos que potencian las reacciones de alteración actuando como catalizadores. Los principales cambios y alteraciones químicas que los aceites calentados pueden sufrir según (Lercker y Carrasco, 2010) son:

a) Hidrólisis de la sustancia grasa:

Se produce en presencia de agua o humedad y calor, que provocan la ruptura del enlace éster de los triglicéridos, los cuales se descomponen en monoglicéridos y 21 diglicéridos y aparecen ácidos grasos libres y, en menor cantidad, se pueden formar metilcetonas y lactosas. Los ácidos grasos libres además es un factor negativo, pues favorece la formación de humo, con el consecuente efecto de “agrio”. Dado que la acidez libre es capaz de catalizar el hidrolisis en sí misma, la presencia del agrio provoca un ulterior agriamiento, causando un aumento que es exponencial en el tiempo. La fritura se caracteriza en general por un fuerte hidrolisis de los glicéridos, principalmente triacilglicérols, y una modesta oxidación. Este efecto se debe al vapor de agua que sale del producto que se está cocinando que atraviesa el aceite a temperatura elevada y lo hidroliza poco a poco. El vapor que emana de la

superficie del baño de fritura mantiene una capa en la superficie que no permite el contacto con el aire (Lercker y Carrasco, 2010).

b) Oxidación de la sustancia grasa:

La oxidación transcurre a través de reacciones en cadena, en el cual intervienen los radicales libres y el oxígeno. Un primer tipo de compuestos derivados de la oxidación de los ácidos grasos insaturados y de otras moléculas insaturadas son los hidroperóxidos que son los compuestos de oxidación primaria más característicos y abundantes. A las temperaturas de fritura, la oxidación de los ácidos grasos depende de la concentración de oxígeno en estas grasas calentadas, convirtiéndose la disponibilidad del oxígeno en un factor limitante. Por ello, a temperatura de fritura, los hidroperóxidos existen de una forma transitoria debido a su baja termo estabilidad y se descomponen en productos volátiles y no volátiles (Lercker y Carrasco, 2010).

- **Descomposición térmica:**

Por interacción entre radicales libres, cuando los ácidos grasos insaturados son continuamente calentados a elevadas temperaturas.

- **Descomposición inducida a través de la formación de hidroperóxidos:**

A partir de ácidos grasos insaturados cuando son sujetos a calentamiento intermitente. Bajo estas condiciones, los hidroperóxidos se acumulan a bajas temperaturas contribuyendo a la formación de radicales cuando los aceites son recalentados; por ello se considera la fritura discontinua más destructiva que la fritura continua.

c) Polimerización de la sustancia grasa:

Otro de los cambios químicos que pueden observarse en los aceites calentados es la polimerización. Los radicales libres tienden a combinarse entre ellos o con otros ácidos grasos y forman compuestos lineales, más o menos largos y ramificados, o compuestos cíclicos, especialmente en caso de que existan dobles enlaces. Estos polímeros, al ser de mayor tamaño y peso molecular, tienden a aumentar la viscosidad del aceite lo que, por un lado, favorece la

formación de espuma y por lo tanto, la oxidación; además, producen un arrastre mayor de aceite por parte del producto frito debido a que gotea con más dificultad. A nivel industrial, el indicador de grado de oxidación del aceite de fritura usado es la cantidad de ácidos grasos libres en el mismo. Un aceite se considera usado cuando el porcentaje de ácidos grasos libres es mayor a 0,5% pero se han hecho ensayos con aceites con un nivel de ácidos grasos libres del 2% y no se vieron afectadas las propiedades organolépticas de los alimentos hasta que se comenzó a oxidar con el aire (Lercker y Carrasco, 2010).

2.2.1.14. Papel del agua contenida en los alimentos sometidos a fritura

El agua contenida en los alimentos sometidos al proceso de fritura tiene un papel protagonista según (Lercker y Carrasco, 2010) durante el proceso. - Al evaporarse crea una interface entre el aceite y el alimento - Retira energía térmica del aceite caliente que envuelve el alimento bajando la temperatura y evitando que el alimento se quemara o carbonice; cuando el agua deja de evaporarse, la costra se sobrecalienta y corre el riesgo de quemarse, mientras que, a causa de la presencia del agua en el interior, que no se puede evaporar, el corazón del alimento generalmente no supera los 100 ° C aprox. - El agua, además es el principal responsable de la cocción de la parte interna del alimento (es importante también la conductividad térmica y el calor específico de la parte sólida del mismo).

2.2.2. Alimentos deshidratados

La deshidratación de los alimentos es sinónimo de disecación, secado o desecado en un sólido se refiere generalmente a la separación parcial o total del líquido que le acompaña por medios térmicos. La deshidratación se refiere a la misma acción, es así que Frazier (2001) la define como "un secado artificial por medio de calor producido bajo las condiciones controladas de temperatura, humedad relativa y velocidad del aire".

La energía necesaria para evaporar el agua del producto es suministrada en forma de calor, la transferencia de calor se produce por convección o

conducción. Aunque es cierto en todos los secadores transfiere calor por radiación, es raro que sea éste el mecanismo que predomine.

2.2.2.1. Fases para deshidratar un alimento

Las fases para deshidratar un alimento según Frazier (2001) son las siguientes:

a) Conducción:

Es el proceso mediante el cual fluye calor desde la temperatura alta de un material sólido (bandejas) a la materia prima, en esta forma de transmisión de calor la energía se transmite por comunicación molecular directa sin desplazamiento apreciable de éstas.

b) Convección:

Es un proceso de transporte de energía que tiene una gran importancia como mecanismo de transferencia directa de energía entre el aire caliente y la materia prima. La convección puede ser libre o forzada.

c) Convección libre:

Cuando el movimiento de mezclado tiene lugar exclusivamente como resultado de la diferencia de densidades causado por las gradientes de temperatura.

d) Convección forzada:

Cuando el movimiento de mezclado es inducido por algún agente externo como ventilador, venteroles, bombas, agitadores, etc.

2.2.2.2. Principales objetivos que persigue el secado en cualquier producto alimenticio

Frazier (2001) indica que los principales objetivos para efectuar un deshidratado en un alimento son los siguientes:

- ✓ Permitir el empleo satisfactorio de los mismos.
- ✓ Preservar los productos durante el almacenamiento.
- ✓ Facilitar el manejo del producto.
- ✓ Reducir costos de transporte.
- ✓ Facilitar la comercialización

2.2.2.3. Factores que controlan el deshidratado:

Frazier (2001) indica que los factores que se deben tomar en cuenta, para un control adecuado de secado son:

- ✓ Temperatura del proceso.
- ✓ Humedad relativa.
- ✓ Velocidad del aire.
- ✓ Tratamientos previos al secado

Un control inadecuado a estos factores determina una aparición de endurecimiento externo debido a que existe mayor evaporación de la humedad de la superficie que la que se difunde del interior. En el secado el calor necesario para evaporación del líquido se transmite por un gas o vapor. El medio secador utilizado es generalmente aire, debido a su abundancia, su conveniencia, ya que lo podemos controlar. (Desrosier, 2002), determina que el aire tiene dos funciones en el secado las cuales son:

- ✓ El aire es usado para conducir el calor al alimento, causando que el agua vaporice.
- ✓ Es el vehículo para transportar el calor liberado del alimento que se esté deshidratando.

2.2.2.4. Análisis sensorial en alimentos

La evaluación sensorial utiliza uno o más de los cinco sentidos para evaluar a los alimentos. Los paneles de degustación, formados por un grupo de personas, prueban muestras específicas de alimentos bajo condiciones controladas y las evalúan de diferentes maneras, dependiendo de la prueba sensorial concreta que se realice. Este es el único tipo que pueden medir la preferencia y aceptabilidad de los consumidores (Coello, 2007).

Los especialistas en pruebas sensoriales y los científicos de alimentos clasifican las pruebas en afectivas (orientadas al consumidor) y analistas (orientadas al producto), en base al objetivo de la preferencia, aceptabilidad o grado en que gustan los productos alimentarios se conocen como “pruebas orientadas al consumidor”. Las pruebas empleadas para determinar las diferencias entre

productos o para medir Características sensoriales se conocen como “pruebas orientadas al producto” (Coello, 2007).

Así tenemos a la prueba de aceptabilidad general, la cual es utilizada para evaluar más de dos muestras a la vez, o cuando se desea obtener mayor información acerca de un producto. Para llevar a cabo estas pruebas se utilizan las escalas hedónicas. La escala hedónica verbales, son las que presentan a los jueces una descripción verbal de la sensación que les produce la muestra (Castro, 2008).

2.2.2.5. Sabor:

El sabor se percibe mediante el sentido del gusto, el cual posee la función de identificar las diferentes sustancias químicas que se encuentran en los alimentos.

El gusto se define como las sensaciones percibidas por los receptores de la boca, específicamente concentrándose en la lengua, aunque también se presentan en el velo del paladar, mucosa de la epiglotis, en la faringe, laringe y en la garganta. (Espinosa, 2020).

2.2.2.6. Olor:

El olor es la percepción por medio de la nariz de las sustancias volátiles liberadas por ciertos estímulos, presión natural o por objetos. La capacidad de diferenciar olores es lo que define la agudeza olfatoria. Ésta es la diferencia notable entre las especies animales y puede ser educada por el hábito. El embotamiento o fatiga de tal capacidad es un hecho inevitable al prolongarse en el tiempo el acto de la olfacción. (Ureña y ,1999)”

El olor es generalmente evaluado mediante la técnica del “Sniffing”, que resulta de la combinación del análisis sensorial olfativo con el análisis instrumental realizado con un cromatógrafo de gases (Gonzales y Diaz, 1993)

2.2.2.7. Color:

Es la impresión que produce en la vista los rayos de la luz reflejada por un cuerpo, convirtiéndose así en atributo del mismo y, por ende, en una propiedad sensorial. Si se percibe que tiene color verde, es porque el cuerpo refleja la longitud de onda correspondiente a dicho color habiendo absorbido la luz de todas las demás longitudes de onda del espectro visible. Si reflejara además las otras longitudes de onda tendría un color blanco y, por el contrario, al no reflejar ningún sería negro. (Ureña y ,1999)

2.2.2.8. Textura:

Es la propiedad de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación. El atributo que se evalúa en la deformación del alimento sólido se llama textura, consistencia en el caso de los alimentos semisólidos y viscosidad en alimentos líquidos. (Ureña y ,1999)

2.2.2.9. Apariencia:

En evaluación sensorial la apariencia se define como el aspecto exterior que presentan los alimentos, resultante de apreciar con la vista su color, forma, tamaño, estado y características de su superficie.

La apreciación de la conjunción de todos estos atributos resulta ser de relevante importancia en la aceptación del alimento para su consumo. La frescura, el grado de madurez, entre otras características que definen su calidad viene a ser lo primero que capta el consumidor antes de percibir y comprobar por otros estímulos dicha apreciación. (Ureña y ,1999)

2.3. Definición de términos básicos

- **Efecto:**

Vinculado a la experimentación de carácter científico. Su acepción principal presenta al efecto como a aquello que se consigue como consecuencia de una causa. (Skoog, Crouch, y Holler, 2008).

- **Fritura:**

Es un tipo de cocción seca, en la cual el alimento se somete a una inmersión rápida en un baño de grasa o aceite a temperaturas altas, de entre 150 y 180 °C. El término también se aplica al alimento resultante, que queda seco, crujiente y dorado, a esta acción se le denomina freír (Castro, 2007).

- **Hojuelas:**

Producto a partir de papas frescas, lavadas, peladas, cortadas en forma de hojuelas y fritas en aceite comestible, para luego ser envasadas en empaques apropiados (Ramos y Tarazona 2001).

- **Organolépticas:**

Referente a las descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, que se pueden percibirse por los sentidos, como: sabor, textura, olor, color o temperatura (Moreno, 2012).

- **Secado:**

Consistente en extraer el agua de estos, este método inhibe la proliferación de microorganismos, el agua se elimina por evaporación (secado al aire, al sol, ahumado o al viento) en el caso de liofilización, los alimentos se congelan en primer lugar y luego se elimina el agua por sublimación Lisinska y Leszczynski ,2009).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación

La presente investigación se llevó a cabo en el primer piso del laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca:

- Coordenadas: 7°10'01"S 78°29'44"O /-7°166943,-78.495427.
- Altitud: 2750 msnm
- Temperatura: 15°C
- Precipitación: 11%
- Humedad: 73%

3.2. Materia prima e insumos

Papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad Canchán tuvo como lugar de procedencia del Distrito de José Sabogal, Provincia de San Marcos, Departamento de Cajamarca, Región Cajamarca.

3.3. Materiales y equipos de laboratorio

a) Materiales y equipos para el procesamiento

- ✓ Cocina a gas
- ✓ Sartén de teflón
- ✓ Espátula de teflón
- ✓ Ollas de acero inoxidable
- ✓ Aceite de vegetal marca “PRIMOR”
- ✓ Sal yodada para mesa marca “MARINA EMSAL”
- ✓ Agua destilada para laboratorio
- ✓ Papel de aluminio
- ✓ Meta bisulfito de sodio
- ✓ Cuchillos
- ✓ Rebanadora
- ✓ Tablas de picar
- ✓ Molde de acero inoxidable
- ✓ Bolsas de polietileno de alta densidad
- ✓ Baldes de plástico
- ✓ Papel absorbente marca “ELITE”
- ✓ Mesa de acero inoxidable

b) Materiales y equipos para el análisis sensorial

- ✓ Estufa marca MERMMERT (rango 30 – 280 °C)
- ✓ Material de vidrio (fiolas, matraces, beakers, tubos de ensayo, etc.)
- ✓ Piscetas
- ✓ Agua de mesa embotellada
- ✓ Vasos descartables
- ✓ Tenedores descartables
- ✓ Platos descartables
- ✓ Cartillas de evaluación.
- ✓ Lapiceros

c) Otros materiales

- ✓ Laptop
- ✓ Memoria USB de 4 GB
- ✓ Cámara fotográfica digital
- ✓ Útiles de escritorio

3.4. Métodos de análisis

3.4.1. Análisis sensorial

Se realizó utilizando una escala hedónica de siete (7ptos), estructurada de la siguiente manera: me desagrada muchísimo (1pto), me desagrada mucho (2ptos), me desagrada poco (3ptos), me agrada más o menos (4ptos), me agrada poco (5ptos), me agrada mucho (6ptos) y me agrada muchísimo (7ptos), para evaluar la aceptabilidad de las papas fritas en los siguientes atributos: (color, olor, sabor, textura y apariencia general), para ello se convocó a treinta (30) jueces no entrenados, los cuales fueron alumnos del décimo ciclo de la escuela académico profesional de ingeniería en industrias alimentarias de la universidad nacional de Cajamarca. A cada juez se le presentaron 6 muestras, las cuales fueron evaluadas una (1) a la vez. Los jueces reportaron en la tarjeta de evaluación el grado de satisfacción producido por cada muestra evaluada. Las muestras se codificaron de la siguiente manera: M1SS, M2SS, M3SS, M4CS, M5CS y M6CS. Se empleó una ficha de trabajo de escala hedónica para aceptabilidad general de hojuelas de papa de frita descrita en el (Anexo 5).

3.5. Metodología experimental

3.5.1. Tipo de investigación:

- ✓ **De acuerdo a la orientación:** Aplicada.
- ✓ **De acuerdo a la técnica de contrastación:** Experimental.

3.5.2. Identificación de variables

3.5.2.1. Variable independiente

- **Freído de muestras:**
 - ✓ Temperatura: (190°C)
 - ✓ Tiempo: (T_1 : 2' min; T_2 : 2: 30' min y T_3 : 3' min)
- **Secado de muestras:**
 - ✓ Temperatura: (60°C)
 - ✓ Tiempo de secado: (45' min)

3.5.2.2. Variable dependiente

- ✓ **Características organolépticas:** (Cartillas de evaluación sensorial: olor, color, sabor, textura y apariencia general).

3.6. Definiciones operacionales

Tabla 7. *Parámetros de proceso de fritura*

Parámetros a controlar		
Método	Temperatura (°C)	Tiempo (minutos)
		2 minutos
Freído por inmersión	190°C	2:30 minutos
		3.00 minutos

En la (Tabla 7) se utilizó el método de freído por inmersión, los parámetros de control fueron: temperatura (190°C) y los tiempos de freído utilizados fueron: 2min, 2:30min y 3:00min). Se tomó como referencia los datos de los tratamientos establecidos en el trabajo de investigación de (Avalos, E. 2014).

Tabla 8. *Parámetros de proceso de secado*

Método	Temperatura	Tiempo
Secado convectivo en estufa	60°C	45 minutos

En la (Tabla 8) se describen los parámetros de proceso de secado establecidos para las hojuelas de papa, en los cuales se utilizaron para los tres tratamientos una temperatura de 60°C por un tiempo de 45 minutos. Se incluyeron como datos de referencia los citados por (Santisteban, M. 2019)

Tabla 9. Variables respuestas

N°	Tipo de análisis	Respuestas
1		Color
2		Textura
3	Análisis	Sabor
4	sensorial	Olor
5		Apariencia general

En la (Tabla 9) se observa las variables de respuestas para análisis sensorial (color, textura, sabor, olor, apariencia general).

3.7. Unidad de análisis, población y muestra de estudio

3.7.1. Unidad de análisis:

Para la unidad de análisis se utilizó materia prima de acuerdo a los siguientes criterios: producto fresco, recién cosechado con los biotipos industriales más apropiados para el proceso de fritura).

3.7.2. Población:

En cuanto a la población se utilizó papa (*Solanum tuberosum* L.), de variedad “Canchán”, tuvo como lugar de procedencia el Distrito de José Sabogal, Provincia de San Marcos, Departamento de Cajamarca, Región Cajamarca.

3.7.3. Muestra:

Se utilizó un total 12 kg de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Canchán para la realización de todos los análisis fisicoquímicos correspondientes, de este total se tomó una muestra de 180 hojuelas fritas para la evaluación sensorial como producto final.

3.8. Instrumentos para colecta de datos

Tabla 10. *Instrumentos de recolección de datos*

Variable	Instrumento de Recolección de Datos
Peso de hojuelas de papa (g)	Registro de masa utilizando balanza analítica
Temperatura de fritura (°C)	Toma de datos de un termómetro
Tiempo de fritura (minutos)	Toma de datos de un cronómetro
Evaluación sensorial	Fichas de evaluación

En la (Tabla 10) se describen los instrumentos de colecta de datos en los cuales se detallan: peso (g), temperatura de fritura (°C), tiempo (min), y evaluación sensorial. Con cartillas o fichas de evaluación.

A Continuación, se presenta en la (Figura 4) el diagrama de flujo para la obtención de “Hojuelas fritas de papa variedad” (Canchán)

Papa: Variedad (Canchán)

RECEPCIÓN

12 kg de papa variedad: "Canchán"

SELECCIÓN

Tubérculos de tamaño uniforme sin daño físico o microbiológico.

CLASIFICACIÓN

Tubérculos con un rango entre 8-12 cm de espesor, 4-5 cm diámetro, y 250-300 g en peso.

LAVADO

Por inmersión o frotamiento.

DESINFECTADO

100 ppm hipoclorito de sodio x 5 minutos, a fin de eliminar la carga microbiana.

PELADO

Remoción de la piel por medios físicos (cuchillos)

CORTADO Y MOLDEADO

Hojuelas de: (40 mm de diámetro y 5 mm de espesor).

FRITURA

Muestras sumergidas en 500 ml de aceite vegetal:

Temperatura: 190°C

Tiempo:

2 minutos; 2:30 minutos y 3 minutos,

ESCURRIDO Y ENFRIADO

Escurredo en colador metálico y enfriado durante 5 minutos.

SALAZÓN

1.5 % Sal.

Con secado

60°C x 45min

SECADO

Sin secado

Figura 4. Obtención de "Hojuelas fritas de papa variedad (Canchán)

Fuente: adaptada de: Avalos (2014)

3.9. Descripción de operaciones de proceso

- a) **Recepción:** Es una etapa de acopio donde se decepcionó la materia prima previa evaluación de sus atributos de calidad y de importancia para el posterior procesamiento.
- b) **Selección:** Se seleccionaron los tubérculos sanos de los defectuosos, eliminando aquellos que puedan estar contaminados o con deterioro físico, con la finalidad de que puedan entrar en proceso cumpliendo con los estándares de calidad.
- c) **Clasificación:** Se agrupó a la materia prima de acuerdo al tamaño cilíndrico alargado con un rango entre 8-12 cm de espesor, diámetro: 4-5 cm, y peso: 87-100 g lo cual permitió obtener una muestra experimental de calidad uniforme.
- d) **Lavado:** Se realizó de forma manual con agua potable con el fin de eliminar todo tipo de material extraño o contaminante adherido a la superficie, para eliminar la suciedad y tierra.
- e) **Desinfectado:** Se aplicó a la materia prima una solución de hipoclorito de sodio de 100ppm por un tiempo de 5 minutos con la finalidad de eliminar la carga microbiana.
- f) **Pelado:** Se retiró la cáscara manualmente con cuchillo de acero inoxidable, procurando no cortar excesivamente la parte comestible.
- g) **Cortado y moldeado:** Se procedió a cortar la papa en láminas delgadas, para su posterior moldeado en forma de hojuelas de 40 mm de diámetro x 5 mm de espesor.
- h) **Secado:** Un lote de las hojuelas se deshidrató en una estufa de secado convectivo a una temperatura de 60 °C durante 45 min hasta alcanzar una humedad ideal de 67%.

- i) Fritura:** Se utilizó una sartén de 100 g cada uno, donde las diferentes muestras se sumergieron en aceite las hojuelas de papa secadas en estufa y las hojuelas de papa fresca, la cantidad de aceite vegetal utilizado para cada tratamiento fue de 500 ml, el objetivo principal fue obtener un producto con un tratamiento térmico parejo confiriéndole al producto un color y aspecto uniforme. Esta operación se realizó con los siguientes tratamientos: con temperatura de 190°C por (*2min*; *2.30min* y *3min*)
- j) Escurrido y enfriado:** Se eliminó el exceso de aceite mediante el escurrido del mismo a través de una canastilla metálica. Esto se realizó con el fin de eliminar el exceso de grasa y mejorar así su presentación. El enfriado se realizó colocando las rebanadas recién fritas y escurridas sobre el papel toalla en mesas completamente limpias a temperatura ambiente por espacio de 20 min, tiempo el cual se garantiza que las rebanadas fritas estén completamente frías.
- k) Salazonado:** Se le adicionó sal en una proporción de 1.5 % respecto al peso del producto final con la finalidad de impartir un mejor sabor al producto terminado.

3.10. Diseño experimental

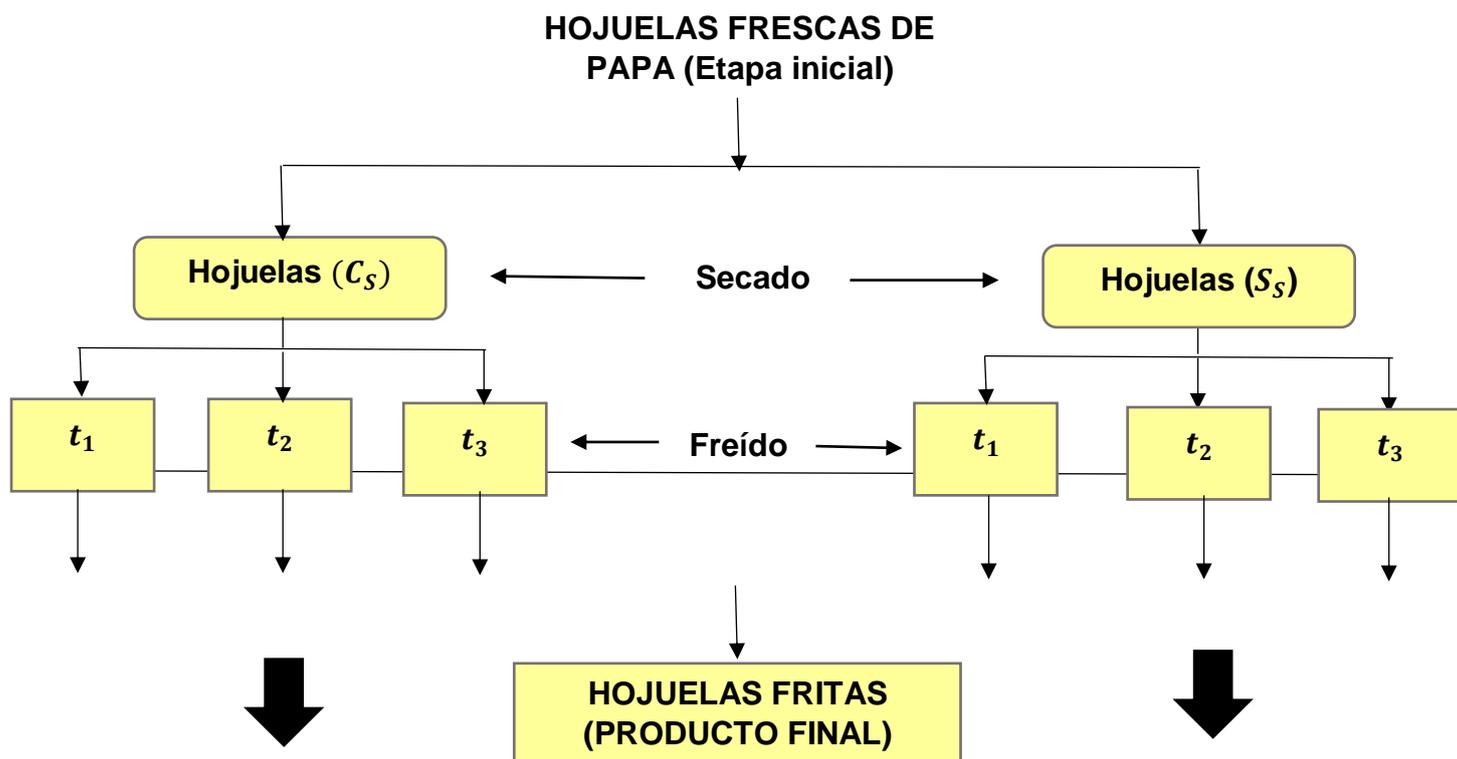
Se utilizó el programa estadístico XLSTAT; con un análisis de varianza ANOVA; para el test de escala hedónica también se analizó con un ANOVA y el software de análisis estadístico es el XLSTAT.

Tabla 11. *Resumen del diseño experimental*

CARACTERISTICA DEL DISEÑO	VALOR
Número de factores experimentales	2
Número de repeticiones	3
Número de respuestas	6
Número de corridas	45
Grados de libertad para el error	18

En la (Tabla 11) se describe el resumen del diseño experimental utilizado en la presente investigación donde se muestra el número de factores experimentales, el número de repeticiones, número de respuestas, número de corridas y los grados de libertad.

A continuación, se presenta en la (Figura 5) el diseño experimental en donde se detalla el tiempo de secado establecido para un lote de hojuelas, asimismo se indica los tratamientos de tiempo y temperatura de freído utilizados en el proceso de obtención de hojuelas fritas de papa variedad (Canchán):



ETAPA INICIAL

Materia prima:

- ✚ Peso (g)
- ✚ Sólidos solubles (°Brix)
- ✚ pH

Leyenda:

C_S: HOJUELAS CON SECADO:

(60°C x 45 minutos)

S_S: HOJUELAS SIN SECADO:

T°: (190°C)

t₁: Tiempo de fritura (2.0 min)

t₂: Tiempo de fritura (2.30 min)

t₃: Tiempo de fritura (3.00 min)

ETAPA FINAL

Análisis sensorial:

- ✚ Color
- ✚ Sabor
- ✚ Olor
- ✚ Textura
- ✚ Apariencia general

Figura 5. Diseño experimental para hojuelas fritas de papa variedad Canchán), sin secado y con secado previo

Fuente: Adaptada de: Avalos (2014).

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características físicas de la materia prima papa variedad (Canchán):



Figura 6. Características físicas de la materia prima papa variedad (Canchán)

En la (Figura 6) La obtención de esta papa, hoy conocida técnicamente como INIA 303 – Canchán significó uno de los mayores aportes tecnológico del INIA, pues ha contribuido al incremento de la productividad de este cultivo y a la seguridad alimentaria de la población peruana, según INIA (2019) Ver (Anexos 2,3,4)

Durante tratamientos térmicos como la fritura, se forman compuestos coloreados (melanoidinas) mediante reacciones de Maillard (Martins y Van Boekel 2003, Lee y Park 2005, Pedrecci et al. 2005, Senyuva y Gökmen 2005).

También, la localidad o lugar de origen puede determinar que papas de una misma variedad en zonas diferentes puedan tener un contenido distinto de azúcares reductores. Asimismo, señala que el clima es otro factor determinante el que por ejemplo en periodos prolongados de alta temperatura y baja humedad relativa en la mitad del cultivo, favorecen el desarrollo de “sugar ends”, que es un desorden fisiológico característico de bordes negros en los bastones (López et al. 2000).

Otros factores importantes son los que están relacionados con fertilidad y el pH del suelo (López et al, 2000). El almacenamiento de tubérculos a bajas temperaturas (por debajo de los 4°C) induce a aumentar los azúcares, lo cual es probablemente el problema más importante que enfrentan los procesadores de papa (Moreno, 2000).

4.2. Resultados sensoriales según cartillas de evaluación para hojuelas fritas de papa variedad Canchán.

4.2.1. Olor sensorial en hojuelas fritas de papa variedad Canchán.

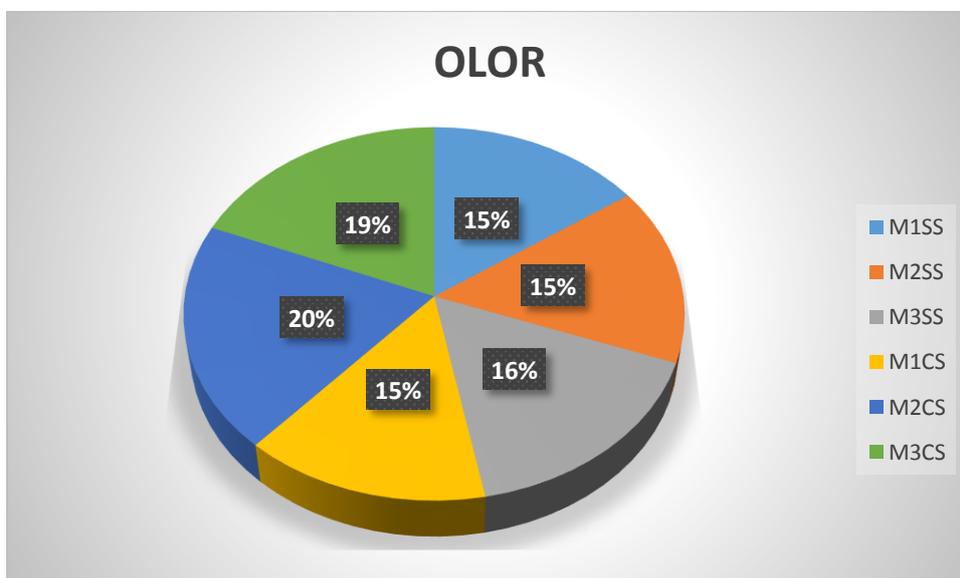
En la Figura 7 se representa la gráfica para olor en hojuelas de papa fritas de variedad Canchán, donde podemos observar que la muestra 2 con secado con un tiempo de 2.30 minutos obtuvo mayor porcentaje (20%), caso contrario ocurre con la muestra 1 sin secado a un tiempo de fritura de 2 minutos, la cual tiene un porcentaje de (15 %).

Según (Ramos y Tarazona,2001). El atributo aroma en los productos de fritura se encuentra relacionado con el índice de peróxido, ya que en la oxidación de lípidos se da la formación de compuestos volátiles de olor desagradable. Las primeras etapas de oxidación de las grasas se caracterizan por la gran producción de peróxido no habiendo señales sensoriales de deterioro; los cuales posteriormente alcanzan una concentración máxima que después disminuyen debido a su descomposición generando compuestos altamente volátiles característicos de la rancidez oxidativa.

En este sistema tan complejo, se desarrollan aromas y sabores que pueden comunicar características organolépticas agradables o desagradables al

alimento frito. El origen se encuentra tanto en la alteración hidrolítica como en la oxidativa. En esta última, por descomposición de los hidroperóxidos se forman compuestos carbonílicos volátiles que tienen olores y sabores característicos. Los productos volátiles se eliminan parcialmente durante la fritura y los nuevos compuestos no volátiles se acumulan en el aceite a medida que avanza el proceso y se incorporan al alimento. (Juarez y Samman, 2007). El aceite en contacto con el aire, humedad y a cierta temperatura sufre cambios, con el tiempo, en su naturaleza química y en sus caracteres organolépticos. Estas alteraciones reciben comúnmente el nombre de rancidez, en este caso se utilizó aceite Primor fresco en buenas condiciones, además que la catación de muestras fue al instante por lo que no hubo presencia de rancidez; el enranciamiento puede ser por oxidación o por hidrólisis provocando así un olor desagradable en el producto, por lo que se recomienda utilizar algún tipo de antioxidante para retardar la oxidación.

Figura 7. Olor sensorial en hojuelas fritas de papa variedad Canchán.

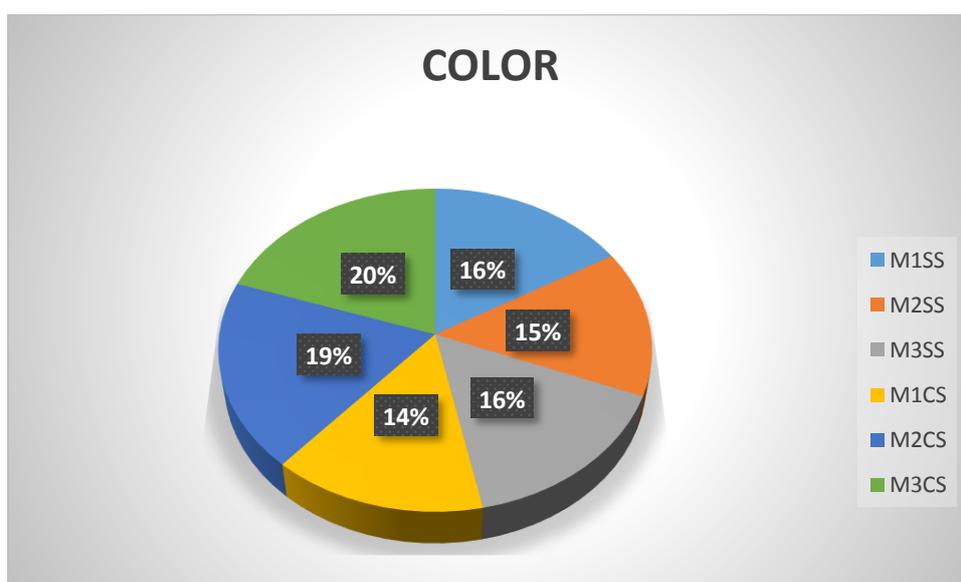


4.2.2. Color sensorial en hojuelas fritas de papa variedad Canchán.

En la Figura 8 observamos la gráfica del color sensorial en hojuelas fritas de papa variedad Canchán donde observamos que la muestra 3 con secado a un tiempo de 3 minutos obtuvo un porcentaje por parte de los panelistas con un (20%), por otro lado, la muestra 1 con secado con un tiempo de 2 minutos que obtuvo menor porcentaje registrando un valor de (14%).

Según Moreno (2003) en su apariencia externa y evolución, el color debe ser: desde un color blanco amarillento, (aceptable) pasando por un color amarillo-oro (deseable) hasta un color marrón-negruzco (rechazable), que viene dado por una alta concentración de azúcares reductores, para lo cual la papa variedad huevo de indio presenta este color en las temperaturas de 170 y 180 y en todos los tiempos; mientras que las variedades únicas y negras no. Las hojuelas fritas de papa variedad Canchán sometidas a un previo secado y a mayor tiempo de fritura presentan una diferencia significativa con respecto al color, caracterizándose con un color dorado por la presencia de azúcares reductores; los jueces tuvieron en cuenta como patrón al color característico de las hojuelas fritas de papas industrializadas.

Figura 8. Color sensorial en hojuelas fritas de papa variedad Canchán.



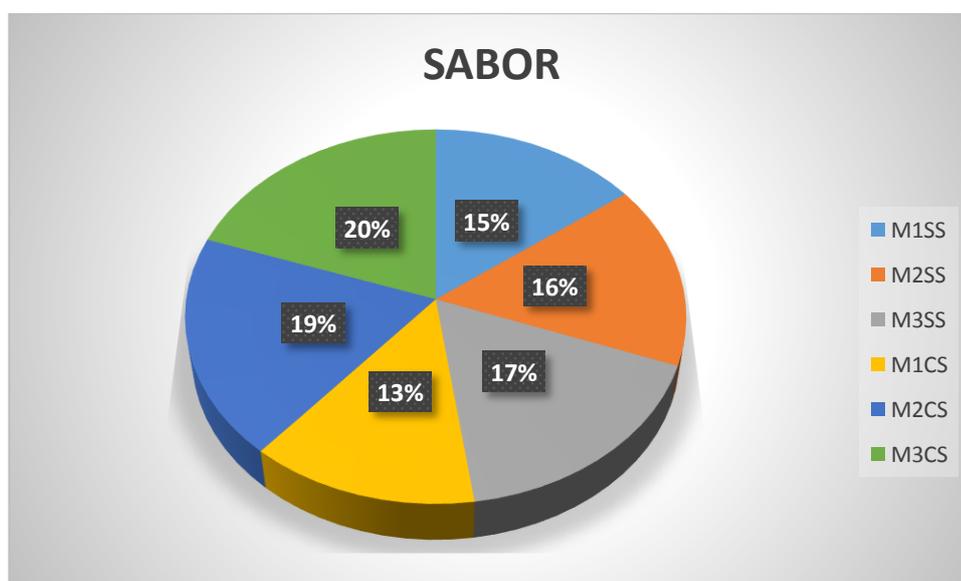
4.2.3. Sabor sensorial en hojuelas fritas de papa variedad Canchán.

Figura 9. Sabor sensorial en hojuelas fritas de papa variedad Canchán.

En la Figura 9 se presenta la gráfica para el sabor sensorial en hojuelas de papa frita de variedad Canchán, donde podemos observar que la muestra 3 con secado con un tiempo de fritura de 3 minutos, alcanzó un porcentaje de (20%), caso contrario ocurre con la muestra 1 sin secado con un tiempo de fritura de 2 minutos, con un porcentaje más bajo de (13%).

Según (Morales,2015) Cuando mayor sea la temperatura, menor será la absorción de aceite en la superficie, y, por el contrario, un exceso en la absorción de aceite puede ser consecuencia de las bajas temperaturas. Esto concuerda con lo señalado en la FAO/OMS, que la fritura en aceite debe mantenerse a una temperatura máxima de 180°C. El tiempo es otro factor principal que aumenta la absorción de aceite. Se encontró una correlación entre el tiempo y la temperatura al momento de freír, por lo tanto, es común encontrar que a mayor temperatura menor es tiempo de fritura. Se obtuvo que, a mayor tiempo de fritura el sabor es mejor, tanto en las muestras sin secado y muestras con previo secado, de igual forma, el sabor de las hojuelas de papa que fueron fritas a menor tiempo (2 minutos y 2.30 minutos) sin secado y previo secado fue poco agradable por el exceso en la absorción de aceite.

Figura 9. Sabor sensorial en hojuelas fritas de papa variedad Canchán.

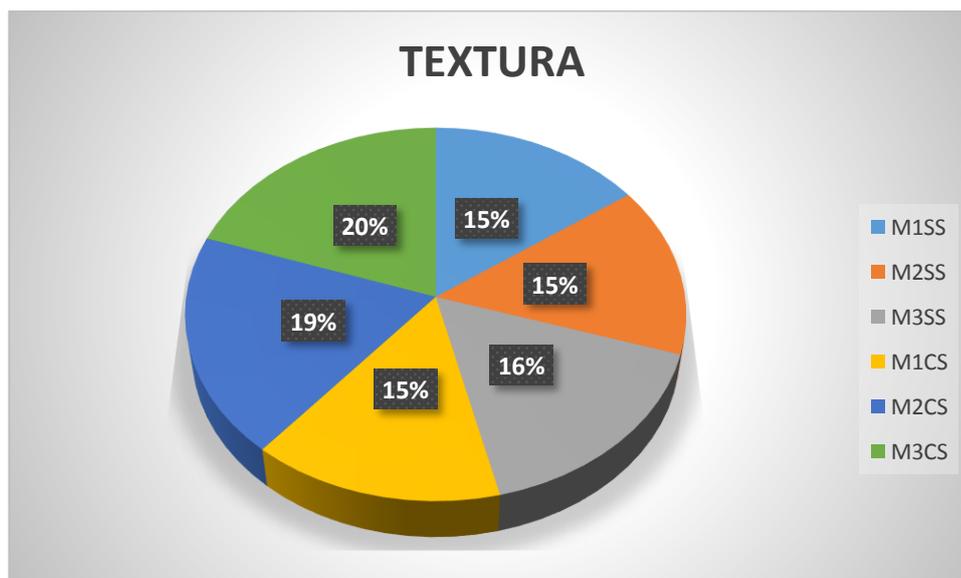


4.2.4. Textura sensorial en hojuelas fritas de papa variedad Canchán.

En la (figura 10) se presenta la gráfica para textura sensorial en hojuelas fritas de papa variedad Canchán, donde podemos observar que a mayor tiempo de fritura mayor consistencia en el caso de la muestra 3 con secado y aun tiempo de fritura de 3 minutos con un porcentaje de (20%), caso contrario paso con las muestras 1sin secado (2minutos), muestra 2 sin secado (2.30 minutos) Y muestra 1 con secado (2 minutos) las cuales obtuvieron un porcentaje de (15%).

Según Pedreschi y Moyano (2005) reportaron una mayor firmeza en rebanadas de papa frita con previo secado La firmeza de las rebanadas de papa se incrementó con el tiempo de fritura en las muestras sin secado y con secado previo, debido al desarrollo progresivo y endurecimiento de la corteza de la rebanada. En este caso, la mayor firmeza, representada por la fuerza necesaria para fracturar las hojuelas fritas de papa variedad Canchán, fue la muestra 3 con secado previo con un tiempo de 3 minutos y la muestra 3 sin secado a 3 minutos, por lo tanto, podemos decir que a mayor tiempo de fritura y con un tratamiento post fritura en este caso previo secado incrementa significativamente la firmeza.

Figura 10. Textura sensorial en hojuelas fritas de papa variedad Canchán.

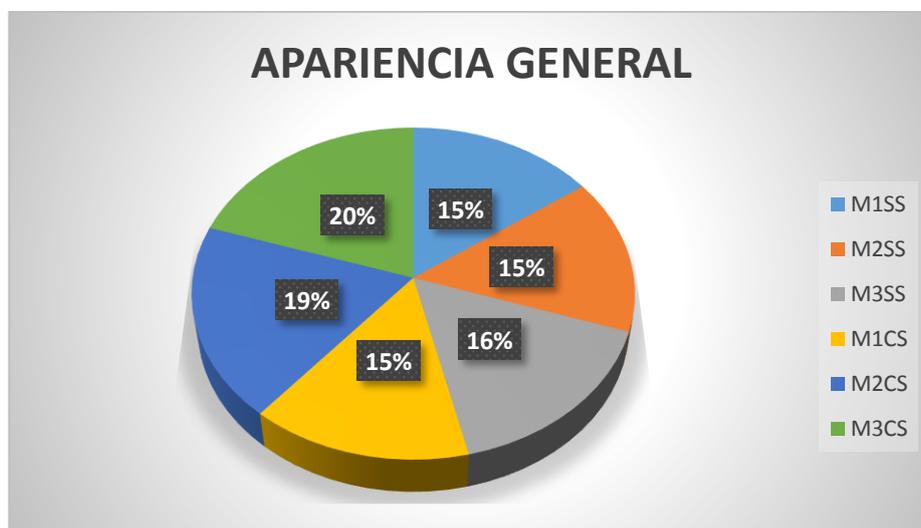


4.2.5. Apariencia general en hojuelas fritas de papa variedad Canchán.

En la Figura 11 se presenta la gráfica para apariencia general en hojuelas fritas de papa variedad Canchán, donde podemos observar que la muestra 3 con secado a un tiempo de fritura de 3 minutos obtuvo mayor porcentaje (20%), caso contrario ocurre con las muestras muestra 1 sin secado (2 minutos), muestra 2 sin secado (2.30 minutos) Y muestra 1 con secado (minutos) con un porcentaje más bajo (15%).

Según Cozzolino et al., (2005) la calidad de los productos fritos es afectada por los procesos y las condiciones de operación y compromete al producto manufacturado, desde el cortado, escaldado, cocinado, freído, enfriado y empaquetado. La fritura es una de los procedimientos más populares para la preparación de alimentos, este es rápido y desarrolla sabor y textura deseables. Los snacks fritos son de sabor agradable y la calidad sensorial va depender del tipo de aceite utilizado y el tiempo de calentamiento. Se realizó aplicando una escala hedónica estructurada de 7 puntos desde el extremo superior. “Me desagradaba muchísimo” 1, hasta el extremo inferior. “Me agrada muchísimo” 7. Se empleó treinta jueces no entrenados los cuales reportaron en la hoja de evaluación el grado de placer teniendo en cuenta como atributo principal la textura de las hojuelas fritas de papa variedad Canchán, en donde se reportó mayor porcentaje de aceptabilidad en las muestras con previo secado y a mayor tiempo de fritura.

Figura 11. Apariencia general en hojuelas fritas de papa variedad Canchán.



4.3. Resultados estadísticos para análisis sensorial en hojuelas fritas de papa variedad Canchán.

4.3.1. Resultados del análisis de Varianza para el olor sensorial en hojuelas fritas de papa variedad Canchán.

Según Suaterna, (2008) se cree que existe una relación estrecha entre las características sensoriales de los alimentos cuando son fritos en aceites con diferentes contenidos de compuestos polares, no hay evidencia de que las características sensoriales de los alimentos sean un buen predictor de la calidad del aceite. (Billek,1985) analizo más de 400 grasas de fritura y comparo su contenido de compuestos polares con el análisis sensorial por parte de un panel de jueces, reportando que el aroma y gusto de las grasas que contenían ente 25 % y 30 % de componentes polares eran aun aceptables, pero cuando sobrepasaba el 30%, las características eran consideradas inaceptables. Los compuestos polares se generan cuando se somete al aceite a repetidos ciclos de fritura, la cual produce sustancias nocivas generadas por la degradación del aceite afectando así al olor y sabor del producto; durante la etapa de fritura el aceite se utilizó una vez por muestra, además se tuvo en cuenta las condiciones y el almacenado del aceite. El tiempo óptimo de fritura para el olor en las muestras sin secado y previo secado es de 3 minutos.

Tabla 12. Análisis de varianza (ANOVA) para el atributo del olor de las hojuelas fritas de papa variedad Canchan.

Fuente	G L	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tiempo de fritura	2	22.16	11.078	5.70	0.005
proceso de fritura	1	42.71	42.711	21.98	0.000
Tiempo de fritura*proceso de fritura	2	16.42	8.211	4.23	0.018
Error	84	163.20	1.943		
Total	89	244.49			

Los resultados de la Tabla 12 ANOVA para la variable olor muestra una alta significación estadística para los factores en estudio tiempo de fritura y proceso de fritura puesto que $p < 0.05$, lo cual indica que estos factores producen efectos en la muestra, la interacción del tiempo de fritura por proceso de fritura influye ya que el valor de $p < 0.05$ lo cual significa que estos factores en conjunto producen efectos en las muestras y se afirma que las variables están asociadas o correlacionadas. Por lo tanto, se realiza la prueba de Tukey para establecer cuáles son las muestras que son distintas estadísticamente.

Tabla 13. Pruebas de HSD Tukey para el factor tiempo de fritura, confianza de 95%

Tiempo de fritura	N	Media	Agrupación	
T1: 3 min	30	5.033	A	
T2: 2.3 min	30	4.600	A	B
T3: 2 min	30	3.833	B	

Los resultados obtenidos en la con el análisis Tukey realizada con la finalidad de encontrar diferencias estadísticas entre los promedios de olor, para determinar el mejor tiempo de fritura, se le agrupo en dos grupos A y B, en donde el grupo A este conformado el T1 (3 min) y el grupo B está conformado por T3 (2min) Como podemos ver el T2 (2.3 min) comparte los dos grupos no existiendo diferencia significativa, pero se observa que el T1 y el T2 no comparten el mismo grupo, esto quiere decir que, existe diferencias significativas. Los resultados nos muestran que 3 minutos de fritura presenta mayor aceptabilidad con respecto al olor, siendo superior estadísticamente a los tratamientos, por otro lado 2 minutos de fritura muestra el menor puntaje para el olor, según la tabla se muestra que existen diferencias estadísticas entre tratamientos.

Tabla 14. Pruebas de HSD Tukey para el factor proceso de fritura, confianza de 95%

Proceso de fritura	N	Media	Agrupación
T1: Con secado	45	5.178	A
T2: Sin secado	45	3.800	B

Los resultados obtenidos con el análisis Tukey realizada con la finalidad de encontrar diferencias estadísticas entre los promedios de olor, para determinar el mejor proceso de fritura, se le agrupo en dos grupos A y B, en donde el grupo A este conformado el T1 (con secado) y el grupo B está conformado por T2 (sin secado), es dos tratamientos no comparten el mismo grupo, esto quiere decir que, existe diferencias significativas. Los resultados nos muestran que el proceso de fritura con secad presenta mayor aceptabilidad con respecto al olor, siendo superior estadísticamente al tratamiento 2, por otro lado, el proceso de fritura sin secado muestra el menor puntaje para el olor, según la tabla se muestra que existen diferencias estadísticas entre tratamientos, siendo el mejor el T1 con una media de 5.178 puntos.

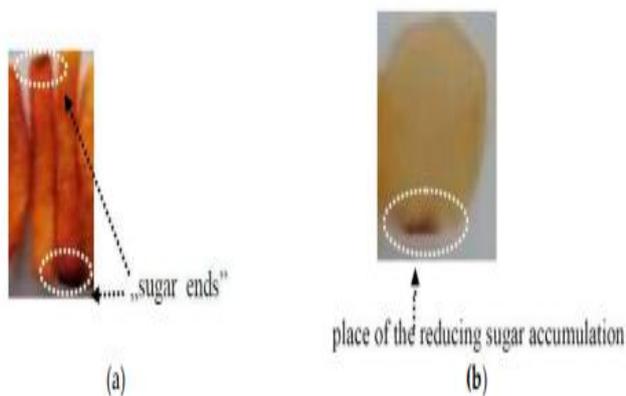
Tabla 15. Prueba de HSD tukey para la interacción (Tiempo de fritura por proceso de fritura) confianza 95%

Tiempo de fritura*proceso de fritura	N	Media	Agrupación
3min * con secado	15	6.133	A
2.3 min * con secado	15	5.467	A
3 min * sin secado	15	3.933	B
2 min * con secado	15	3.933	B
2 min * sin secado	15	3.733	B
2.3 min * sin secado	15	3.733	B

Los resultados obtenidos con el análisis Tukey (Tabla 15) realizada con la finalidad de encontrar diferencias estadísticas entre los promedios de olor, y determinar la mejor combinación de los niveles de los factores en estudio, muestra que la combinación del tiempo de fritura de 3 min y el proceso de fritura con secado, también la combinación de 2.3 min de fritura con el proceso de secado, presentan mejor combinación con 6.133 y 5.467 puntaje de olor, estos dos tratamientos no presentan significación estadística, ambos son estadísticamente superior a los demás tratamientos.

4.3.2. Resultados del análisis de Varianza para el color sensorial en hojuelas fritas de papa variedad Canchán.

Según Tajner, Kita y Rytel (2021), el color de las patatas fritas y de las papas fritas es la primera prioridad para los consumidores. Independiente del método de preparación de los aperitivos de patata listos, deben ser claros y dorados sin decoloración marrón, vetas negras o manchas. El color de las patatas fritas y las patatas fritas está relacionado con el contenido de azúcares reductores en las patatas y sus distribuciones la sección transversal del tubérculo. La distribución desigual a los azúcares en el tubérculo (mayor contenido de azúcares en la parte superior y en el estolon) puede afectar el pardeamiento en los extremos de las patatas fritas –el llamado “extremo de azúcar”, como puede verse en la figura 1a, mientras que en las patatas fritas pueden aparecer bordes del snack teñidos de marron, como se demuestra en la Figura 1b



Altunakar et al.:(2004) Este cambio de color de los productos se debe al contenido de azúcares reductores presente en las raíces y tubérculos. Si este contenido es bajo, se obtendrán chips dorados de buena calidad, sin embargo, un excesivo contenido de azúcares reductores en el producto provocará una coloración marrón oscura en los chips, que los hará inaceptables, tanto por su color como por su sabor. Aunque, el color de la costra se debe a diferentes reacciones químicas tales como caramelización (reacción de Maillard), reacciones no enzimáticas y cambios estructurales acelerados por las altas temperaturas Fellows, (2000). En este caso se obtuvo como resultado que a menor tiempo de fritura menor contenido de azúcares reductores, como se observa en la Imagen A (Muestra sin secado y previo secado con un tiempo de 2 minutos), el color es amarillo característico a una papa cocida en agua; caso contrario pasa con la Imagen B (Muestra sin secado y previo secado a tiempo de 3 minutos) donde podemos observar que hay aumento de azúcares reductores dando como resultado un color dorado con pequeñas manchas marrón claro.

Imagen A



Imagen B



Tabla 16. Análisis de varianza (ANOVA) para el atributo del color de las hojuelas fritas de papa variedad Canchan.

Fuente	G L	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tiempo de fritura	2	33.89	16.944	9.50	0.000
proceso de fritura	1	25.60	25.600	14.35	0.000
Tiempo de fritura*proceso de fritura	2	20.87	10.433	5.85	0.004
Error	84	149.87	1.784		
Total	89	230.22			

Los resultados de la tabla ANOVA para la variable color muestra una alta significación estadística para los factores en estudio tiempo de fritura y proceso de fritura puesto que $p < 0.05$, lo cual indica que estos factores producen efectos en la muestra, la interacción de los factores influye ya que el valor de $p < 0.05$ lo cual significa que estos factores en conjunto producen efectos en las muestras y se afirma que las variables están asociadas o correlacionadas.

Tabla 17. Pruebas de HSD tukey para el factor tiempo de fritura, confianza de 95%

Tiempo de fritura	N	Media	Agrupación
T1: 3 min	30	5.333	A
T2: 2.3 min	30	4.500	B
T3: 2 min	30	3.833	B

Los resultados obtenidos con el análisis Tukey realizada con la finalidad de encontrar diferencias estadísticas entre los promedios de color, para determinar el mejor tiempo de fritura, se le agrupo en dos grupos A y B, en donde el grupo A este conformado el T1 (3 min) y el grupo B está conformado por T2 y T3 (2.3

y 2 min), estos dos tratamientos comparten el mismo grupo, solo el tratamiento 1 no comparte el mismo grupo, esto quiere decir que, existe diferencias significativas, siendo este el mejor tratamiento presentando mayor aceptabilidad con respecto al color, siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos.

Tabla 18. Pruebas de HSD tukey para el factor proceso de fritura, confianza de 95%

Proceso de fritura	N	Media	Agrupación
T1: con secado	45	5.089	A
T2: Sin secado	45	4.022	B

Los resultados obtenidos con el análisis Tukey realizada con la finalidad de encontrar diferencias estadísticas entre los promedios de color, para determinar el mejor proceso de fritura, se le agrupo en dos grupos A y B, en donde el grupo A este conformado el T1 (con secado) y el grupo B está conformado por T2 (sin secado), es dos tratamientos no comparten el mismo grupo, esto quiere decir que, existe diferencias significativas. Los resultados nos muestran que el proceso de fritura con secado presenta mayor aceptabilidad con respecto al color, siendo superior estadísticamente al tratamiento 2, por otro lado, el proceso de fritura sin secado muestra el menor puntaje para el color, según la tabla se muestra que existen diferencias estadísticas entre tratamientos, siendo el mejor el T1 con una media de 5.089 puntos.

Tabla 19. Prueba de HSD tukey para la interacción (Tiempo de fritura por proceso de fritura) confianza 95%

Tiempo de fritura*proceso de fritura	N	Media	Agrupación	
3 min * con secado	15	6.400	A	
2.3 min * con secado	15	5.133	A	B
3 min * sin secado	15	4.267	B	
2 min * sin secado	15	3.933	B	
2.3 min * sin secado	15	3.867	B	
2 min * con secado	15	3.733	B	

Los resultados obtenidos con el análisis Tukey (Tabla19) realizada con la finalidad de encontrar diferencias estadísticas entre los promedios de color, y determinar la mejor combinación de los niveles de los factores en estudio, muestra que la combinación del tiempo de fritura de 3 min y el proceso de fritura con secado presenta mejor combinación con 6.400 de puntaje de color, este tratamiento presenta significación estadística, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos.

4.3.3. Resultados del análisis de Varianza para el sabor sensorial en hojuelas fritas de papa variedad Canchán.

Según Montes y otros, (2015) Las altas temperaturas durante el proceso de fritura de los alimentos causan la evaporación del agua, transfiriéndola del alimento al aceite circundante. Mientras que el aceite absorbido por el tiempo reemplaza en parte al agua liberada, constituyendo hasta 40% del producto final, influenciando así todas sus propiedades organolépticas, especialmente en el sabor y aroma. El sabor tiene mucho que ver con la absorción de aceite, por lo que se optó por utilizar un pre-tratamiento que ha demostrado disminuir la absorción de aceite durante la fritura, en este caso se sometió las rodajas de papa a un proceso de secado previo a una temperatura de 60°C por un tiempo de 45 minutos antes de la fritura con el fin de reducir el porcentaje de agua,

teniendo como resultado positivo y favorable en el sabor de las hojuelas fritas de papa con mayor porcentaje en las muestras con previo secado. Tal como se muestra en la Figura 9.

Tabla 20. Análisis de varianza (ANOVA) para el atributo del sabor de las hojuelas fritas de papa variedad Canchan.

Fuente	G L	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tiempo de fritura	2	29.600	14.800	9.59	0.000
proceso de fritura	1	36.100	36.100	23.40	0.000
Tiempo de fritura*proceso de fritura	2	9.600	4.800	3.11	0.050
Error	84	129.600	1.543		
Total	89	204.900			

Los resultados de la tabla ANOVA para la variable sabor muestra una alta significación estadística para los factores en estudio tiempo de fritura y tipo de fritura puesto que $p < 0.05$, lo cual indica que estos factores producen efectos en la muestra, la interacción de los factores influye ya que el valor de $p < 0.05$ lo cual significa que estos factores en conjunto producen efectos en las muestras y se afirma que las variables están asociadas o correlacionadas.

Tabla 21. Pruebas de HSD tukey para el factor tiempo de fritura, confianza de 95%

Tiempo de fritura	N	Media	Agrupación
T1: 3 min	30	5.433	A
T2: 2.3 min	30	4.633	B
T3: 2 min	30	4.033	B

Los resultados obtenidos con el análisis Tukey (Tabla 21) realizada con la finalidad de encontrar diferencias estadísticas entre los promedios de sabor, para determinar el mejor tiempo de fritura, se le agrupo en dos grupos A y B, en donde el grupo A este conformado el T1 (3 min) y el grupo B está conformado por T2 y T3 (2.3 y 2 min), estos dos tratamientos comparten el mismo grupo, solo el tratamiento 1 no comparte el mismo grupo, esto quiere decir que, existe diferencias significativas, siendo este el mejor tratamiento presentando mayor aceptabilidad con respecto al sabor con un puntaje de 5.433, siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos.

Tabla 22. Pruebas de HSD tukey para el factor proceso de fritura, confianza de 95%

Proceso de fritura	N	Media	Agrupación
T1: con secado	45	5.333	A
T2: Sin secado	45	4.067	B

Los resultados obtenidos con el análisis Tukey (Tabla 22) realizada con la finalidad de encontrar diferencias estadísticas entre los promedios de sabor, para determinar el mejor proceso de fritura, se le agrupo en dos grupos A y B, en donde el grupo A este conformado el T1 (con secado) y el grupo B está conformado por T2 (sin secado), es dos tratamientos no comparten el mismo grupo, esto quiere decir que, existe diferencias significativas. Los resultados nos

muestran que el proceso de fritura con secado presenta mayor aceptabilidad con respecto al sabor, siendo superior estadísticamente al tratamiento 2, por otro lado, el proceso de fritura sin secado muestra el menor puntaje para el sabor, según la tabla se muestra que existen diferencias estadísticas entre tratamientos, siendo el mejor el T1 con una media de 5.333 puntos.

Tabla 23. Prueba de HSD tukey para la interacción (Tiempo de fritura por proceso de fritura) confianza 95%.

Tiempo de fritura*proceso de fritura	N	Media	Agrupación
3 min * con secado	15	6.467	A
2.3 min * con secado	15	5.267	A B
3 min * sin secado	15	4.400	B C
2 min * con secado	15	4.267	B C
2.3 min * sin secado	15	4.000	B C
2 min * sin secado	15	3.800	C

Los resultados obtenidos con el análisis Tukey (Tabla23) realizada con la finalidad de encontrar diferencias estadísticas entre los promedios de sabor, y determinar la mejor combinación de los niveles de los factores en estudio, muestra que la combinación del tiempo de fritura de 3 min y el proceso de fritura con secado, presentan mejor combinación con 6.467 de puntaje para el sabor, este tratamiento presentan significación estadística, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos.

4.3.4. Resultados del análisis de Varianza para la textura sensorial en hojuelas fritas de papa variedad Canchán.

Según Pacheco, (2002). Durante la fritura, se disminuye la humedad del alimento por el desplazamiento del agua, la cual se evapora e incide en el aumento y en la concentración del almidón en el producto frito. El almidón se gelatiniza y se carameliza, ayudando en la formación de la costra o corteza, provocando un producto finalmente duro. La dureza se relacionó con la fuerza requerida para lograr una deformación o ruptura del alimento, se evaluó este atributo con la boca estimado la intensidad de la fuerza para deformar la muestra, el resultado fue que las muestras con previo secado y a mayor tiempo de fritura mayor consistencia en las hojuelas fritas de papa.

Tabla 24. Análisis de varianza (ANOVA) para el atributo de la textura de las hojuelas fritas de papa variedad Canchan.

Fuente	G L	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tiempo de fritura	2	32.36	16.178	8.40	0.000
proceso de fritura	1	49.88	49.878	25.88	0.000
Tiempo de fritura*proceso de fritura	2	11.29	5.644	2.93	0.059
Error	84	161.87	1.927		
Total	89	255.39			

Los resultados de la (Tabla 24) ANOVA para la variable textura muestra una alta significación estadística para los factores en estudio tiempo de fritura y tipo de fritura puesto que $p < 0.05$, lo cual indica que estos factores producen efectos en la muestra, la interacción de los factores influye ya que el valor de $p < 0.05$ lo cual significa que estos factores en conjunto producen efectos en las muestras y se afirma que las variables están asociadas o correlacionadas.

Tabla 25. Pruebas de HSD tukey para el factor tiempo de fritura, confianza de 95%

Tiempo de fritura	N	Media	Agrupación	
T1: 3 min	30	5.100	A	
T2: 2.3 min	30	4.433	A	B
T3: 2 min	30	3.633	B	

Los resultados obtenidos con el análisis Tukey (Tabla 25) realizada con la finalidad de encontrar diferencias estadísticas entre los promedios de textura, para determinar el mejor tiempo de fritura, se le agrupo en dos grupos A y B, en donde el grupo A este conformado el T1 (3 min) y el grupo B está conformado por T3 (2min) Como podemos ver el T2 (2.3 min) comparte los dos grupos no existiendo diferencia significativa, pero se observa que el T1 y el T2 no comparten el mismo grupo, esto quiere decir que, existe diferencias significativas. Los resultados nos muestran que 3 minutos de fritura presenta mayor aceptabilidad con respecto la textura, siendo superior estadísticamente a los tratamientos, por otro lado 2 minutos de fritura muestra el menor puntaje para la textura, según la tabla se muestra que existen diferencias estadísticas entre tratamientos.

Tabla 26. Pruebas de HSD tukey para el factor proceso de fritura, confianza de 95%

Proceso de fritura	N	Media	Agrupación	
T1: Con secado	45	5.133	A	
T2: Sin secado	45	3.644	B	

Los resultados obtenidos con el análisis Tukey (Tabla 26) realizada con la finalidad de encontrar diferencias estadísticas entre los promedios de textura, para determinar el mejor proceso de fritura, se le agrupo en dos grupos A y B,

en donde el grupo A este conformado el T1 (con secado) y el grupo B está conformado por T2 (sin secado), es dos tratamientos no comparten el mismo grupo, esto quiere decir que, existe diferencias significativas. Los resultados nos muestran que el proceso de fritura con secado presenta mayor aceptabilidad con respecto a la textura, siendo superior estadísticamente al tratamiento 2, por otro lado, el proceso de fritura sin secado muestra el menor puntaje para la textura, según la tabla se muestra que existen diferencias estadísticas entre tratamientos, siendo el mejor el T1 con una media de 5.133 puntos.

Tabla 27. Prueba de HSD tukey para la interacción (Tiempo de fritura por proceso de fritura) confianza 95%

Tiempo de fritura*proceso de fritura	N	Media	Agrupación	
3 min * con secado	15	6.267	A	
2.3 min * con secado	15	5.200	A	B
2 min * con secado	15	3.933	B	C
3 min * sin secado	15	3.933	B	C
2.3 min * sin secado	15	3.667	C	
2 min * sin secado	15	3.333	C	

Los resultados obtenidos con el análisis Tukey (Tabla 27) realizada con la finalidad de encontrar diferencias estadísticas entre los promedios de textura, y determinar la mejor combinación de los niveles de los factores en estudio, muestra que la combinación del tiempo de fritura de 3 min y el proceso de fritura con secado, presentan mejor combinación con 6.267 de puntaje para la textura, este tratamiento presentan significación estadística, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos.

4.3.5. Resultados del análisis de Varianza para la apariencia general en hojuelas fritas de papa variedad Canchán.

Según Lima y Singh, (2001) Los cuatro factores más importantes que son evaluados en la calidad final de los alimentos son: aspecto (color, forma, brillo); sabor (olor y aroma); textura y nutrición. El aspecto, el sabor y la textura se refieren a la aceptabilidad sensorial ya que ellos son percibidos directamente por los sentidos.

La calidad de los productos fritos es afectada por los procesos y las condiciones de operación y compromete al producto manufacturado, desde el cortado, escaldado, cocinado, freído, enfriado y empaquetado (Cozzolino et al.;2005). El secado a resultado reducir significativamente la absorción de aceite después de la fritura, bajando el contenido de humedad antes de freír, donde el color, el sabor, el olor y la textura o cualquier otra característica del alimento resultaron agradables; el tiempo de fritura fue otro factor principal impactando positivamente en todas las evaluaciones sensoriales de los cuatro atributos anteriores (sabor, color, olor y textura).

Tabla 28. Análisis de varianza (ANOVA) para el atributo de apariencia general de las hojuelas fritas de papa variedad Canchan.

Fuente	G L	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tiempo de fritura	2	28.16	14.078	9.52	0.000
proceso de fritura	1	38.68	38.678	26.14	0.000
Tiempo de fritura*proceso de fritura	2	12.29	6.144	4.15	0.019
Error	84	124.27	1.479		
Total	89	203.39			

Los resultados de la tabla ANOVA para la variable apariencia general muestra una alta significación estadística para los factores en estudio tiempo de fritura y tipo de fritura puesto que $p < 0.05$, lo cual indica que estos factores producen efectos en la muestra, la interacción de los factores influye ya que el valor de p

< 0.05 lo cual significa que estos factores en conjunto producen efectos en las muestras y se afirma que las variables están asociadas o correlacionadas.

Tabla 29. Pruebas de HSD tukey para el factor tiempo de fritura, confianza de 95%

Tiempo de fritura	N	Media	Agrupación
T1: 3 min	30	5.267	A
T2: 2.3 min	30	4.667	A
T3: 2 min	30	3.900	B

Los resultados obtenidos con el análisis Tukey realizada con la finalidad de encontrar diferencias estadísticas entre los promedios de textura, para determinar el mejor tiempo de fritura, se le agrupo en dos grupos A y B, en donde el grupo A este conformado el T1 (3 min) y T2 (2.3 min) el grupo B está conformado por T3 (2min) se observa que el T1 y T2 no comparten el mismo grupo con el T3, esto quiere decir que, existe diferencias significativas. Los resultados nos muestran que 3 minutos de fritura y 2.3 min son iguales estadísticamente siendo superior el T2 con una media de 5.267 puntos para la apariencia general, por otro lado 2 minutos de fritura muestra el menor puntaje para la apariencia general, según la tabla se muestra que existen diferencias estadísticas entre tratamientos.

Tabla 30. Pruebas de HSD tukey para el factor tiempo de fritura, confianza de 95%

Proceso de fritura	N	Media	Agrupación
T1: con secado	45	5.267	A
T2: Sin secado	45	3.956	B

Los resultados obtenidos con el análisis Tukey realizada con la finalidad de encontrar diferencias estadísticas entre los promedios de apariencia general, para determinar el mejor proceso de fritura, se le agrupo en dos grupos A y B, en donde el grupo A este conformado el T1 (con secado) y el grupo B está conformado por T2 (sin secado), es dos tratamientos no comparten el mismo grupo, esto quiere decir que, existe diferencias significativas. Los resultados nos muestran que el proceso de fritura con secado presenta mayor aceptabilidad con respecto a la apariencia general, siendo superior estadísticamente al tratamiento 2, por otro lado, el proceso de fritura sin secado muestra el menor puntaje para la apariencia general, según la tabla se muestra que existen diferencias estadísticas entre tratamientos, siendo el mejor el T1 con una media de 5.267 puntos.

Tabla 31. Pruebas de HSD tukey para el factor tiempo de fritura, confianza de 95%

Tiempo de fritura*proceso de fritura	N	Media	Agrupación	
3 min * con secado	15	6.400	A	
2.3 min * con secado	15	5.267	A	B
2 min * con secado	15	4.133	B	C
3 min * sin secado	15	4.133	B	C
2.3 min * sin secado	15	4.067	B	C
2 min * sin secado	15	3.667	C	

Los resultados obtenidos con el análisis Tukey (Tabla 31) realizada con la finalidad de encontrar diferencias estadísticas entre los promedios de apariencia general, y determinar la mejor combinación de los niveles de los factores en estudio, muestra que la combinación del tiempo de fritura de 3 min y el proceso de fritura con secado, presentan mejor combinación con 6.400 de puntaje para la apariencia general este tratamiento presentan significación estadística, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- ✓ El efecto del secado influye significativamente en los resultados finales, ya que las muestras con previo secado obtuvieron mayor aceptabilidad general en lo que concierne a la evaluación organoléptica (olor, color, sabor, textura y apariencia general) de las hojuelas fritas de papa (*Solanum Tuberosum* L.) de variedad Canchan.

- ✓ Se determinó que el tratamiento térmico (tiempo- temperatura) ideal para muestras de hojuelas fritas de papa (*Solanum Tuberosum* L.) variedad canchan fue de 3 minutos a 190° C, afectando las variables respuestas olor, color, sabor, textura y apariencia general de las hojuelas fritas de papa (*Solanum Tuberosum* L.) variedad canchan siendo las ideales durante la evaluación sensorial.

5.2. Recomendaciones

- ✓ En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se debe ensayar el proceso con otras variedades de papa, para aumentar el valor agregado de los tubérculos de la región Cajamarca.
- ✓ Ensayar otras alternativas para disminuir la absorción superficial de aceite de las papas fritas, después del proceso de fritura, debido a que este es un factor que afecta a las propiedades texturales y color del producto final.
- ✓ Este tratamiento térmico se puede usar en el desarrollo de hojuelas fritas de papa (*Solanum Tuberosum* L.) de otras variedades bajo las dimensiones anteriormente mencionadas con atributos sensoriales aceptables.

CAPÍTULO VI

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arce, A. 2002. El cultivo de la patata. 2da Edición. Ed. Mundi-Prensa. España. pp. 41-69.
- Anderson, A. 2004. Modeling of potato blanching. Ph. D. Thesis, Lund University. Sweden.
- Anzaldúa, A. 2004. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A
- Avalos, E. 2014. Influencia del secado previo y del tiempo de fritura en las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de rebanadas de papa (*solanum tuberosum*) frita variedad huevo de indio. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo – Perú. Pp. 50
- Badui S., Anzaldúa A y Bourges H. 2007. Química de los alimentos. Alhambra Mexicana. Editorial, S.A. de C.V. México D.F. pp. 247-258.
- Bello, G. 2008. Ciencia y Tecnología culinaria. Editorial Diaz de Santos. España. Pp. 148-162
- Belitz H y Grosch W. 2007. Química de los alimentos. Ed. Acribia. 2ª ed. Zaragoza España. Pp 224-226, 717-723.
- Bordin K., Tomihe K.M., Kazue A.K., Favaro T. C. S. 2013. Changes in food caused by deep fat frying – A review. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol.63. No 1. <https://www.alanrevista.org/ediciones/2013/1/art-1/>
- Borruey A., Cotrina F., Mula J., Vega C. 2000. Calidad industrial y culinaria de las variedades de patata, pp. 1-15. In: Congreso Iberoamericano de Investigación y Desarrollo en Patata. Patata 2000. 3-6 Julio, Vitoria–Gastéis, España.
- Bu-Contreras R., Rao M.A. 2002. Review: Dynamic rheological behaviour of heated potatoes. Food Science and Technology International 8:3-10.

- Bunger, A., Moyano, P., y Rioseco, V. 2002. NaCl soaking treatment for improving the quality of french-fried potatoes. Food Research International. Universidad de Santiago de Chile. Departamento de Ciencias de los alimentos y Tecnología Química.
- Cabrera, J. 2016. Evaluación de la fritura de patatas por microondas a nivel cinético y sensorial – universidad politécnica de valencia – España. Pp 19
- Castro, L. 2007. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la patata para fritura. Trabajo de Tesis Universidad de Burgos.
- Casp, A. 2014. Tecnología de los alimentos de origen vegetal. 1ra. Ed. Madrid: Editorial Síntesis S.A, pp. 15-23
- Coccio, C. 2006. “Distribución de aceite en rodajas de papa frita”. Universidad de Chile facultad de ciencias químicas y farmacéuticas departamento de ciencia de los alimentos y tecnología química. Pp. 61 – 62. Santiago de Chile.
- Coello, C. 2007. Determinación de las condiciones de inactivación enzimática y su efecto con la temperatura y tiempo de fritura sobre la firmeza y calidad sensorial de rodajas fritas de plátano. Trabajo de Tesis en Ingeniería en Industrias Alimentarias de Programa de Titulación Profesional Extraordinaria. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú
- Chambilla, P. 2017. En su trabajo de investigación denominado: “Efecto de la osmodeshidratación como pre-tratamiento en el proceso de fritado de papa (*Solanum tuberosum* L.) Variedad Canchán”. Universidad Nacional del Antiplano. Puno – Perú. Pp. 57.
- Díaz, E; Martínez, E; Mendez, LY. 2008. Guías para prácticas de laboratorio de poscosecha en vegetales. 1 ed. Boyacá, Colombia, UPTC. 71 p.
- Engel, F. 2007. “Explorations of the Chilca Canyon, Peru”. En: Current Anthropology. Chicago. 55-58 pp,

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Italia). 2008. Año Internacional de la Papa 2008. La papa y los recursos hídricos. Consultado 16 set. 2019. Disponible en: <http://www.fao.org/potato2008/es/lapapa/agua.html>
- Frazier, W. 2002. Microbiología de los Alimentos. Traducido por los Doctores: Bernabé Saz Pérez y Justino Burgos Gonzales. Editorial – Acribia, Zaragoza – España. pp. 127 – 133
- Greiffenstein, A. 2003. Secado y Manejo de Cereales y Granos. Manual de Capacitación en Manejo y Control de Granos Almacenados. Quito – Ecuador. 13 p.
- Greiffenstein, A. 2009. "Secado de Granos y Cereales". Manual de Capacitación en Manejo y Control de Calidad de Granos Almacenados. Documento 1. Quito – Ecuador. 6 p.
- INIA. 2012. Papa INIA 303- Canchan. Centro internacional de la papa,
- Kalazich, B. Bortolameolli, S. Rojas, R. López, T. Uribe, G. Gutierrez, M. 2006. Variedades de papa INIA. Yagana. Ficha 1. Tierra Adentro. 11: 25.
- Lercker, G.; Carrasco P. 2007. Evaluation of the Influence of Thermal Oxidation on the Phenolic Composition and on the Antioxidant Activity of Extra-Virgin Olive Oils. J. Agric. Food Chem., 55 (12)
- Ligarreto, GA; Suarez, MN. 2003. Evaluación del potencial de los recursos genéticos de papa criolla (solanum phureja) por calidad industrial. Agronomía Colombiana. 21 (1-2): 83-94.
- Lisinska G., Leszczynski W. 2009. Potato science and technology. Elsevier Applied Science, London, 391 p.
- Lopez, H.; Kalazich, j.; y Rojas, j. 2000. Papa para la industria. Una alternativa vigente. segunda parte. revista de la papa (achipa). chile. 2(6): 16 p.
- López, S., y Serna, L. 2010. Actualización del Manual del Laboratorio de Análisis de Alimentos del Programa de Tecnología Química de la Universidad Tecnológica de Pereira. 177p

- (Alvis, Villada, & Villada , 2008) Martins S.I.F.S., van Boekel M.A.J.S. 2003. Melanoidins extinction coefficient in the glucose/glycine Maillard reaction. Food Chemistry 83:135-142.
- Mba O.I. 2017. Deep-fat frying characteristics of blends of palm and canola oils (Tesis de grado doctoral) Department of Bioresource Engineering. McGill University, Montréal, Canada. 28. Mc Savage J. and Trevisan S. 2001. The use and abuse of frying oil. Bournemouth University. Blcwell Science. Food Service Technology. Pp. 85-92.
- Malagamba, P. 2007. Fisiología y manejo de tubérculos-semillas de papa. Centro Internacional de la Papa. 2.2: 1-15. Lima Perú.
- Mariod A., Matthaus B., Eichner K., Hussein H. 2006. Frying Quality and Oxidative Stability of two Unconventional Oils. Jouernal of the American Oils Chemists Society. 83:6, pp.529-538.
- Marinova E. M., Seizova K. A., Totseva I. R., Panayotova S. S., Marekov I. N., Momchilova, S. M. 2012. Oxidative changes in some vegetable oils during heating at 85 frying temperature. Bulgarian Chemical Communications, Volume 44, Number 1. pp. 57 – 63.
- Juarez, M., & Sammán, N. (2007). Deterioro de los aceites durante la fritura. 82-94. Argentina.
- Melnick, D. 2009. Nutritional quality of frying fats in commercial use. J. Am. Oil Chem, Soc, pp. 34, 578.
- MINAG – DGIA, 2006. Ministerio de Agricultura. Portal Agrario-Cultivos de Importancia Nacional: Papa. [http:// www.minag.gob.pe/ papa _ prod .shtml](http://www.minag.gob.pe/papa_prod.shtml) (Consulta: Noviembre 2019).
- MINAGRI. 2013. La Papa. Principales Aspectos de la Cadena Agro productiva. Lima Perú.
- Moreira RG, Sun X and Chen Y. 2005. Factors affecting oil uptake in tortilla chips in deep-fat frying. Journal Food Engineering; pp. 31:485-98.
- Moreira R.G., Castell-Perez M.E., Barrufet M.A. 2009. Deep-fat frying: fundamentals and applications. Aspen Publication. 335 p.

- Moreno, J. 2000. Calidad de la papa para usos industriales. Papas colombianas 2000, con el mayor entorno ambiental, 2da edición. pp. 44-47.
- Oyedeji A.B., Sobukola, O.P., Henshaw F. Adegunwa M.O., Ijabadeniyi O. A. Sanni L. O .and Tomlins K. I. 2017. Effect of Frying Treatments on Texture and Colour Parameters of Deep Fat Fried Yellow Fleshed Cassava Chips. Journal of Food Quality. 2017, Article ID 8373801.
- Ortiz, Y. 2012. Elaboración de protocolos para análisis de degradación de aceites vegetales usados. Colombia.
- Pedreschi F. y Moyano P. 2005. Effect of predrying on texture and oil uptake of potato chips. Ciencia y Tecnología de Alimentos, 38: 29-35.
- Pedrecci F., Moyano P., Kaack K., Granby K. 2005. Colour changes and acrylamide formation in fried potato slices. Food Research International 38:1-9.
- Ramos V. y Tarazona, G. 2001. Estudio de la estabilidad de las hojuelas fritas de papa durante el almacenamiento al medio ambiente; Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.
- Rivera, Y., Gutiérrez, C., Gómez, R., Matute, M., Izaguirre, C. 2014. Cuantificación del deterioro de aceites vegetales usados en procesos de frituras en establecimientos ubicados en el Municipio Libertador del Estado Mérida. Ciencia e Ingeniería. Vol. 35, núm. 3, pp. 157-164. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Salazar, M., Zambrano, J., y Valecillos, H. 2008. Evaluación del rendimiento y caracterización de calidad de trece clones avanzados de papa (*Solanum tuberosum* L.). Agricultura Andina. Universidad de los Andes, Núcleo Universitario Rafael Rangel, Trujillo.
- Santiesteban, M. 2019. “Efecto del secado previo y tiempo de fritura en las características fisicoquímicas y aceptabilidad sensorial de hojuelas de papa frita (*Solanun tuberosun*) variedad yungay.”. UNT – Trujillo
- INIA (2019) <https://www.inia.gob.pe/2019-nota-055/> las papas canchan cumple 29 años alimentando a los peruanos.

- Senyuva H, y Gökmen V. 2005. Study of acrylamide in coffee using an improved liquid chromatography mass-spectrometry method: investigation of colour and acrylamide formation in coffee during roasting. *Food Additives and Contaminants* 22:214-220.
- Suaterna Hurtado, A. C. (2009). *La fritura de los alimentos: El aceite de fritura*. Colombia.
- Skoog, D., Crouch, S., y Holler, F. 2008. *Principios de análisis instrumental*, 5ta. Ed. Madrid: McGraw Hill,
- Talburt, W., Smith O. 2005. *Potato processing*. 3ed. Westport: The Avi Publishing Company.
- Talburt, W; y Smith,O. 2005. *Potato Processing: Un libro AVI Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. Ed. WF Talburth. 3 ed., s. I. Avi Publishing. 705 p.
- Alvis, A., Villada, H., & Villada, D. (2008). Efecto de la Temperatura y Tiempo de Fritura sobre las características sensoriales de Ñame. colombia.
- Montes O, N., Millar M, I., Provoste L, R., Martinez M, N., Fernandez Z, D., Morales I, G., & Venezuela B, R. (2016). Absorción de aceite en alimentos fritos. 87-89.
- Tipán, D. 2017. En su investigación denominada: Aplicación de fritura al vacío y convencional en dos variedades de papa (*Solanum tuberosum*) para fritura: Premium y Allipacha. Pp. 57 – 58. Quito – Ecuador.
- Thybo, A., Bechmann I., Martens M. y Engelsen S. 2000. Prediction of sensory texture of cooked potatoes using uniaxial compression, near infrared spectroscopy and low field ¹H NMR spectroscopy. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie* 33:103-111.

CAPÍTULO VII

7. ANEXO O APÉNDICE

ANEXO 1. PROPIEDADES DEL AGUA A DIFERENTES TEMPERATURAS

Temperatura - °C	Densidad g/ml	Viscosidad cp	Presión vapor mm Hg	Temperatura - °C	Densidad g/ml	Viscosidad cp	Presión vapor mm Hg
0	0,999 82	1,79	4,58	51	0,987 56	0,54	97,21
1	0,999 89	1,73	4,93	52	0,987 09	0,53	102,1
2	0,999 94	1,67	5,29	53	0,986 62	0,52	107,2
3	0,999 98	1,62	5,68	54	0,986 14	0,51	112,52
4	1,000 00	1,57	6,10	55	0,985 65	0,50	118,06
5	1,000 00	1,52	6,54	56	0,985 16	0,50	123,83
6	0,999 99	1,47	7,01	57	0,984 66	0,49	129,85
7	0,999 96	1,43	7,51	58	0,984 16	0,48	136,11
8	0,999 91	1,39	8,04	59	0,983 64	0,47	142,62
9	0,999 85	1,35	8,60	60	0,983 13	0,47	149,41
10	0,999 77	1,31	9,20	61	0,982 60	0,46	156,46
11	0,999 68	1,27	9,84	62	0,982 07	0,45	163,79
12	0,999 58	1,24	10,52	63	0,981 54	0,45	171,42
13	0,999 46	1,20	11,23	64	0,981 00	0,44	179,34
14	0,999 33	1,17	11,98	65	0,980 45	0,43	187,57
15	0,999 19	1,14	12,78	66	0,979 90	0,43	196,13
16	0,999 03	1,11	13,63	67	0,979 34	0,42	205,01
17	0,998 86	1,08	14,52	68	0,978 78	0,42	214,22
18	0,998 68	1,05	15,47	69	0,978 21	0,41	223,8
19	0,998 49	1,03	16,47	70	0,977 63	0,40	233,73
20	0,998 29	1,00	17,53	71	0,977 05	0,40	244,02
21	0,998 08	0,98	18,65	72	0,976 47	0,39	254,7
22	0,997 86	0,95	19,82	73	0,975 88	0,39	265,77
23	0,997 62	0,93	21,06	74	0,975 28	0,38	277,25
24	0,997 38	0,91	22,37	75	0,974 68	0,38	289,13
25	0,997 13	0,89	23,75	76	0,974 08	0,37	301,45
26	0,996 86	0,87	25,20	77	0,973 46	0,37	314,2
27	0,996 59	0,85	26,73	78	0,972 85	0,36	327,4
28	0,996 31	0,83	28,34	79	0,972 23	0,36	341,08
29	0,996 02	0,81	30,03	80	0,971 60	0,35	355,22
30	0,995 71	0,80	31,82	81	0,970 97	0,35	369,86
31	0,995 41	0,78	33,69	82	0,970 33	0,35	384,99
32	0,995 09	0,77	35,66	83	0,969 69	0,34	400,64
33	0,994 76	0,75	37,72	84	0,969 04	0,34	416,82
34	0,994 43	0,73	39,89	85	0,968 39	0,33	433,56
35	0,994 08	0,72	42,17	86	0,967 73	0,33	450,84
36	0,993 73	0,70	44,55	87	0,967 07	0,33	568,7
37	0,993 37	0,69	47,06	88	0,966 41	0,32	487,14
38	0,993 00	0,68	49,68	89	0,965 74	0,32	506,19
39	0,992 63	0,67	52,44	90	0,965 06	0,32	525,85
40	0,992 25	0,65	55,32	91	0,964 38	0,31	546,15
41	0,991 86	0,64	58,33	92	0,963 70	0,31	567,10
42	0,991 46	0,63	61,49	93	0,963 01	0,30	588,71
43	0,991 05	0,62	64,80	94	0,962 31	0,30	611,00
44	0,990 64	0,61	68,26	95	0,961 62	0,30	633,99
45	0,990 22	0,60	71,87	96	0,960 91	0,29	657,69
46	0,989 80	0,59	75,64	97	0,960 20	0,29	682,13
47	0,989 36	0,58	79,60	98	0,959 49	0,29	707,32
48	0,988 92	0,57	83,71	99	0,958 78	0,28	733,26
49	0,988 47	0,56	88,02	100	0,958 05	0,28	760,00
50	0,988 02	0,55	92,52				

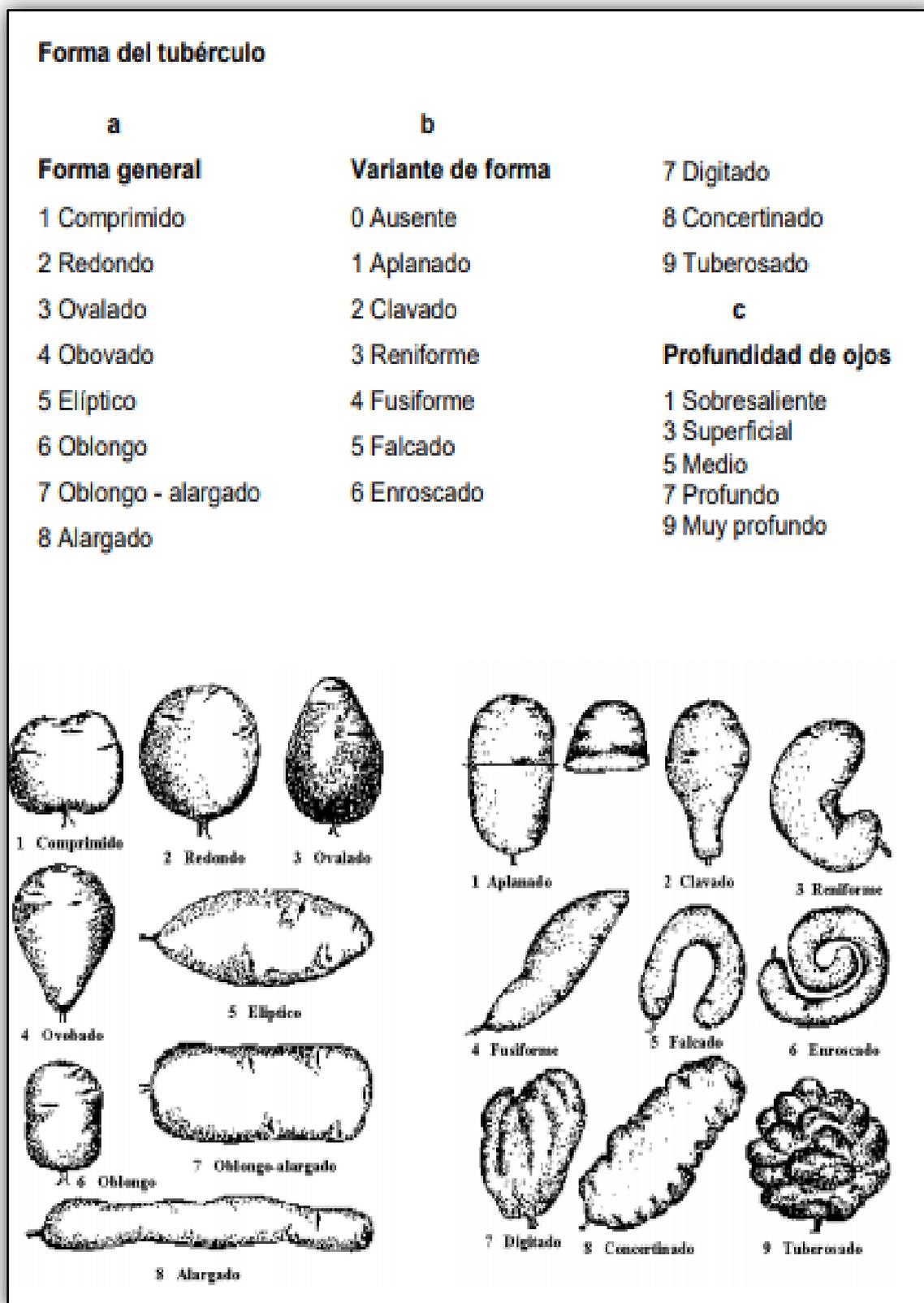
ANEXO 2. Guía para la caracterización morfológica de papa

Color de piel del tubérculo (tabla de colores de la piel del tubérculo)			
a	b	c	d
Color predominante	Intensidad del color predominante	Color secundario	Distribución del color secundario
1 Blanco	1 Pálido	0 Ausente	0 Ausente
2 Amarillo	2 Intermedio	1 Blanco crema	1 En los ojos
3 Anaranjado	3 Intenso/Oscuro	2 Amarillo	2 En las cejas
4 Marrón		3 Anaranjado	3 Alrededor de los ojos
5 Rosado		4 Marrón	4 Manchas dispersas
6 Rojo		5 Rosado	5 Como anteojos
7 Rojo - morado		6 Rojo	6 Manchas salpicadas
8 Morado		7 Rojo - morado	7 Pocas manchas
9 Negruzco		8 Morado	
		9 Negruzco	

Escala de colores de piel y pulpa del tubérculo de papa

Fuente: Gómez (2000)

ANEXO 3. FORMAS DEL TUBÉRCULO PAPA



Fuente: Gómez (2000)

ANEXO 4. COLORES Y TONALIDADES DE PULPA DE LA PAPA

Color de la pulpa del tubérculo		
Color predominante	Color secundario	Distribución del color secundario
1 Blanco	0 Ausente	0 Ausente
2 Crema	1 Blanco	0 Ausente
3 Amarillo claro	2 Crema	1 Pocas manchas
4 Amarillo	3 Amarillo claro	2 Áreas
5 Amarillo intenso	4 Amarillo	3 Anillo vascular angosto
6 Rojo	5 Amarillo intenso	4 Anillo vascular ancho
7 Morado	6 Rojo	5 Anillo vascular y medula
8 Violeta	7 Morado	6 Todos menos medula
	8 Violeta	7 Otro (salpicado)

Fuente: Gómez (2000)

ANEXO 5. FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL: “EFECTO DE SECADO EN LAS ORGANOLÉPTICAS DE HOJUELAS FRITAS DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD CANCHÁN”

Nombre: _____

Fecha: _____

INSTRUCCIONES

Frente a usted se le presentan 6 muestras de rebanadas de papa frita. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en el casillero de la muestra.

Puntaje	Categoría
1	Me desagrada muchísimo
2	Me desagrada mucho
3	Me desagrada poco
4	Me agrada más o menos
5	Me agrada poco
6	Me agrada mucho
7	Me agrada muchísimo

MUESTRA	Calificación para cada atributo				
	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA	ACEPTABILIDAD GENERAL
M1SS					
M2SS					
M3SS					
M1CS					
M2CS					
M3CS					

Comentarios: _____

OJUELAS FRITAS DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) VARIEDAD CANCHÁN” – EFECTO DE SECADO CONVECTIVO

ACONDICIONAMIENTO DE MATERIA PRIMA



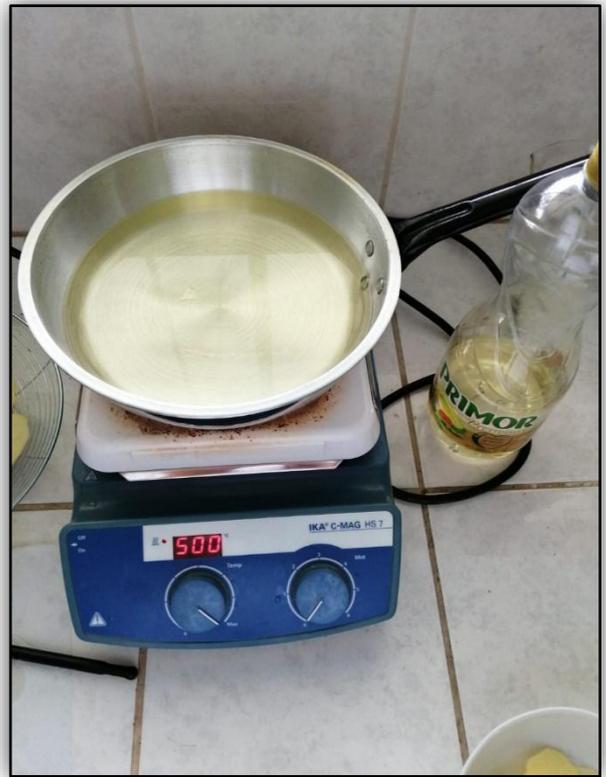
Materia prima - papa variedad (Canchán)



Materiales y utensilios utilizados en el proceso



Aceite vegetal



Sartén y cocina eléctrica



Termómetro digital

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE MUESTRAS: MEDICIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES



CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE MUESTRAS: MEDICIÓN DE pH



PROCESO DE SECADO CONVECTIVO



Cortado en rodajas



Rebanado en hojuelas



Muestras en estufa - Secado de rodajas de papas en bandejas



PROCESO DE FRITURA EN PAPA VARIEDAD CANCHÁN



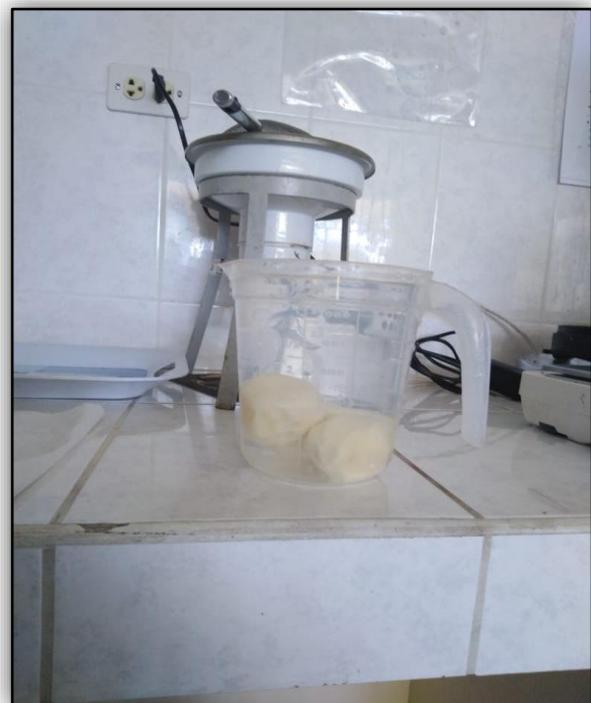
Lavado y desinfección



Secado con papel toalla



Pesado



Pelado

**MUESTRAS DE RODAJAS DE PAPA CON DIFERENTES TRATAMIENTOS:
(CON SECADO PREVIO), (SIN SECADO PREVIO) Y A DIFERENTES
TIEMPOS Y TEMPERATURAS DE FREÍDO**



PROCESO DE DEGUSTACIÓN DE MUESTRAS

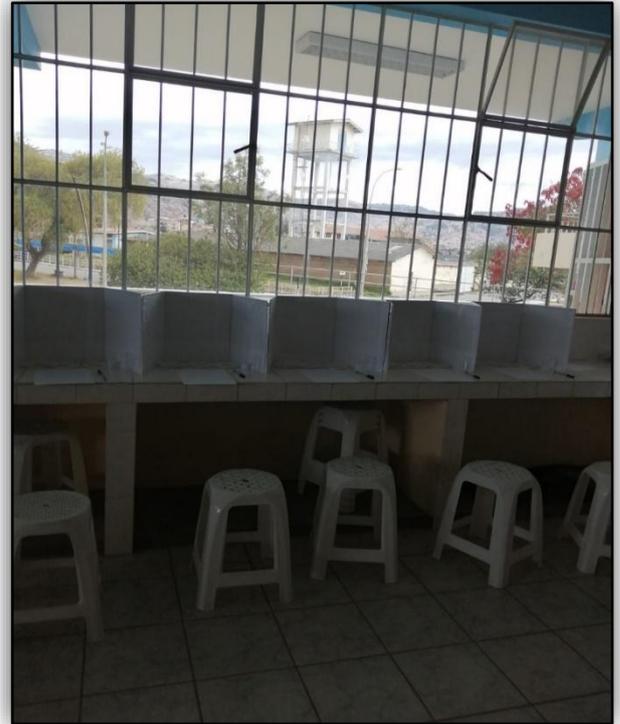


Entrenamiento de jueces – panel sensorial semi entrenado

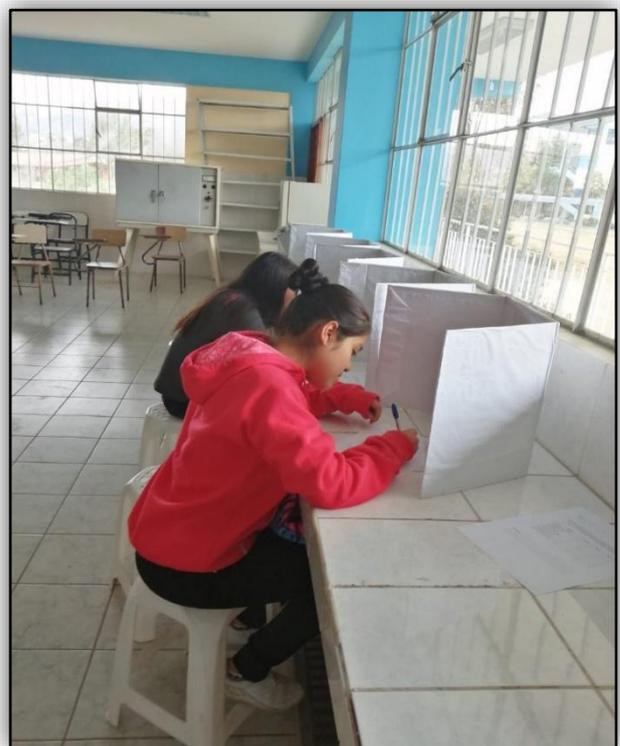


Acondicionamiento de ambiente para degustación

PROCESO DE DEGUSTACIÓN DE MUESTRAS



Cabinas de degustación para panelistas



Degustación de muestras – panel sensorial semi entrenado