

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

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



**DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA DE FRITURA Y ESPESOR PARA
OBTENER HOJUELAS DE ARRACACHA (*Arracacia xanthorrhiza bancroft*).**

T E S I S

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

KAREN LEYDIDIANA NARRO SÁENZ

ASESORES:

Ing. M. Sc. JOSÉ SALHUANA GRANADOS

Dr. VÍCTOR VÁSQUEZ ARCE

CAJAMARCA – PERÚ

2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Fundada por Ley N° 14015 del 13 de febrero de 1,962

"Norte de la Universidad Peruana"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica

-----000-----

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los veintitrés días del mes de abril del año dos mil veintiuno, se reunieron en la Plataforma Virtual de la Universidad Nacional de Cajamarca, a través del Google Meet, los miembros del Jurado, designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 091-2015-FCA-UNC, de fecha 13 de mayo del 2015, con el objeto de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: "**DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA DE FRITURA Y ESPESOR PARA OBTENER HOJUELAS DE ARRACACHA (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft)**", ejecutado(a) por la Bachiller en Industrias Alimentarias, doña **KAREN LEYDIDIANA NARRO SÁENZ**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.

A las cinco (05) horas y treinta(30) minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando a la sustentante a exponer su trabajo de Tesis y, luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido el acto de sustentación, el Jurado procedió a deliberar, para asignarle la calificación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la Aprobación por unanimidad por con el calificativo de **dieciséis (16)**; por tanto, la Bachiller queda expedito para que inicie los trámites y se le otorgue el Título Profesional de **Ingeniero en Industrias Alimentarias**.

A las seis (06) horas y cuarenta (40) minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Dr. Juan Seminario Cunya
PRESIDENTE

M. Sc. Rodolfo Orejuela Chirinos
SECRETARIO

Fis. José Escalante Noriega
VOCAL

Dr. Víctor Vásquez Arce
ASESOR

Ing. M. Sc. José Salhuana Granados
ASESOR

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar ante las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento de lograr mis objetivos.

Para mis padres Carlos y Luisa por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos Lizeth y Carlos Saúl por su apoyo incondicional, a mi abuelita, mis tíos y a todos los que contribuyeron a mi crecimiento como persona y como profesional.

A mis hijos por ser mi motor y motivo para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres Carlos y Luisa que han dado todo el esfuerzo para que yo ahora este culminando esta etapa de mi vida y darles las gracias por apoyarme en todos los momentos de mi vida tales como la felicidad y la tristeza, pero ellos siempre han estado junto a mí y gracias a ellos soy lo que ahora soy y con el esfuerzo de ellos y mi esfuerzo ahora puedo ser profesional y seré un gran orgullo para ellos y para todos los que confiaron en mí. Sobre todo, por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mis hermanos por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar.

A mi abuelita y tíos por el apoyo incondicional que me brindan y sus enseñanzas brindadas.

A Dany, por ser una parte muy importante de mi vida, por haberme apoyado en las buenas y en las malas, sobre todo por su paciencia y amor incondicional.

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCION.....	1
Objetivo:	2
Objetivos General.....	2
Objetivos específicos.....	2
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Antecedentes de la investigación	3
2.2. Bases teóricas	4
2.2.1. Origen y distribución de la arracacha.....	4
2.2.2. Clasificación botánica	4
2.2.3. Variedades de arracacha.....	4
2.2.4. Usos y propiedades de la Arracacha	5
2.2.5. Composición nutricional y química de la Arracacha.....	6
2.3. Las hojuelas.....	9
2.3.1. Tipos de hojuelas	9
2.3.2. Vida útil de las hojuelas	9
2.3.3. Mecanismos de deterioro de las hojuelas	10
2.4. Fritura de las hojuelas.....	10
2.4.1. Transferencia de masa y calor durante el proceso de fritura.....	11
2.4.2. Parámetros y factores que influyen el proceso de fritura	12
2.5. El aceite	15
2.5.1. Calidad y composición del aceite.....	15
2.5.2. El aceite en la fritura	15
2.5.3. Los aceites utilizados en el proceso de fritura.....	16
2.5.4. Cambios y reacciones en los aceites durante la fritura	16

2.6.	Proceso de elaboración de hojuelas.	17
2.7.	Tipos de empaques utilizados en la industria de los snacks.....	19
2.8.	Evaluación sensorial de alimentos	19
2.8.1.	Tipos de pruebas para evaluar sensorialmente a los alimentos... ..	20
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1.	Ubicación geográfica del trabajo de investigación	21
3.2.	Materiales	21
3.2.1.	Material experimental	21
3.2.2.	Material y equipo de laboratorio.....	21
3.2.3.	Material de escritorio	21
3.3.	Metodología	22
3.3.1.	Fase de campo.....	22
3.3.2.	Fase de laboratorio.....	22
3.3.3.	Descripción del proceso de fritura según Higuera y Prado (2013)	22
3.3.4.	Factores de estudio:	25
3.3.5.	Tratamientos y diseño estadístico.....	25
3.3.6.	Características del experimento	26
3.3.7.	Variables evaluadas	26
IV.	RESULTADO Y DISCUSIONES.....	27
4.1.	Análisis de varianza (ANOVA) para rendimientos de hojuelas de arracacha.....	27
4.2.	Análisis de varianza (ANOVA) para el consumo de aceite (ml).	29
4.3.	Evaluación sensorial del producto terminado.	31
4.3.1.	Apariencia	31
4.3.2.	Olor	32
4.3.3.	Sabor.....	34
4.3.4.	Crocantés.	35
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
5.1.	CONCLUSIONES	36
5.2.	RECOMENDACIONES:.....	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutricional de la arracacha de dos variedades de Arracacha (Blanca y Amarilla).	7
Tabla 2. Valores aproximados de las principales vitaminas presentes en la arracacha.	7
Tabla 3. Composición química de Arracacha.	8
Tabla 4. Composición de aminoácidos esenciales de las proteínas de la arracacha comparados con las proteínas padrón (FAO/OMS 1973)...	8
Tabla 5. Factores y niveles en estudio.	25
Tabla 6. Tratamientos en estudio.	25
Tabla 7. Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento de hojuelas de arracacha.	27
Tabla 8. Análisis de varianza (ANOVA) para consumo de aceite posterior a la fritura.	29
Tabla 9. Análisis de varianza (ANOVA) para los efectos simples de los factores en estudio.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Transferencia de calor (Sharma 2000).	12
Figura 2. Flujograma de elaboración de hojuelas de (Higuera y Prado,2013)	24
Figura 3. Rendimiento de hojuelas de arracacha.	28
Figura 4. Consumo de aceite en el proceso de fritura.	30
Figura 5. Porcentaje de aceptación del producto terminado en base a la apariciencia.....	32
Figura 6. Porcentaje de aceptación del producto terminado en base al olor..	33
Figura 7. Porcentaje de aceptación del producto terminado en base al sabor.	34
Figura 8. Porcentaje de aceptación del producto terminado en base a la crocantes.....	35

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivos determinar la influencia de tres temperaturas (140, 150 y 160°C) y tres espesores de hojuelas (1.5, 2 y 2.5mm), en el rendimiento y consumo de aceite en hojuelas arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). Además, se avaluó las características sensoriales (apariencia, olor, sabor y crocantes) de las hojuelas. El proceso de elaboración de las hojuelas se realizó en el Laboratorio de Frutas y Hortalizas de Ingeniería en Industrias Alimentarias (2H-109), de la Universidad Nacional de Cajamarca. En la fase experimental se utilizó el Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial 3E X 3T°, con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: el rendimiento de hojuelas de arracacha después del proceso de fritura y consumo del aceite. El análisis de varianza para el rendimiento de las hojuelas indicó que no existe significación estadística para la interacción de los factores (E X T°) para los factores. Por otra parte, el análisis de varianza para el consumo de aceite indicó que existe significación para la interacción (E X T°) y se determinó que la mejor combinación fue de hojuelas de 2 mm de espesor con temperatura de fritura de 140 °C. La evaluación sensorial de las características organolépticas apariencia, olor, sabor, crocantes de la hojuela, indicó que los tres tratamientos con mayor aceptabilidad fueron: T2 (1.5 mm a 150 °C) y T3 (1.5 mm a 160 °C) y el T5 (2 mm a 150 °C).

Palabras claves: arracacha, hojuelas, rendimiento, proceso de fritura, consumo de aceite.

ABSTRACT

The present research aimed to determine the influence of three temperatures (140, 150 and 160°C) and three thicknesses of flakes (1.5, 2 and 2.5mm), in the yield and oil consumption in arracacha flakes (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). In addition, the sensory characteristics (appearance, smell, taste and crunchiness) of the flakes were evaluated. The process of making the flakes was carried out in the Laboratory of Fruits and Vegetables of Engineering in Food Industries (2H-109), of the National University of Cajamarca. In the experimental phase, the Completely Random Design with factorial arrangement $3E \times 3T$ ° was used, with four repetitions. The variables evaluated were: the performance of arracacha flakes after the frying process and consumption of the oil. The analysis of variance for the yield of the flakes indicated that there is no statistical significance for the interaction of the factors ($E \times T^0$) for the factors. On the other hand, the analysis of variance for oil consumption indicated that there is significance for the interaction ($E \times T^0$) and it was determined that the best combination was 2 mm thick flakes with a frying temperature of 140 °C. The sensory evaluation of the organoleptic characteristics of appearance, smell, taste, crispiness of the flake, indicated that the three treatments with the highest acceptability were: T2 (1.5 mm at 150 °C) and T3 (1.5 mm at 160 °C) and T5 (2 mm at 150 ° C).

Keywords: Arracacha, flakes, yield, frying process, oil consumption.

CAPITULO I

I. INTRODUCCION

La arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) es una raíz tuberosa originaria de los Andes (Tapia 1992), que contiene principalmente almidón. Es un alimento reconocido por ser de fácil digestibilidad y es de alto valor nutricional en la dieta alimenticia (Seminario 1999). Las zonas de cultivo estarían entre las áreas dedicadas a la papa y yuca (Cárdenas 1989).

En el Perú se encuentra cultivada desde los 1500 hasta los 3200 msnm, generalmente aprovechando la humedad de las lluvias en lugares donde la precipitación es muy variable. Los dos centros de mayor diversidad se encuentran en la sierra norte, Cajamarca y en la sur oriental, Cuzco (Tapia y Fries 2007).

La arracacha es cultivada por agricultores que, por lo general, reducen los riesgos de deterioración mediante la cosecha progresiva y escalonada, según la demanda del mercado o las necesidades de autoconsumo (Wheatley y Fernández 1983). Las raíces tradicionalmente se consumen cocidas o preparadas en sopas, cremas o purés (Rainoso 2001).

Arracacha es un alimento rico en calcio, fósforo, fierro, vitamina A y niacina. Posee entre 19 a 36 % de materia seca, con un promedio de 27,5 % (Ayala 1998). Es un alimento suave y altamente digerible, debido a que su almidón guarda una adecuada relación amilopectina/amilosa (Villacrés y Espín 1999), por lo que se recomienda para niños que empiezan a consumir alimento sólido, ancianos, convalescientes, etc.

Una aparente limitante para el mayor consumo y comercialización en las ciudades es que se malogra fácilmente. Efectivamente, arracacha es un producto que el estado fresco es rápidamente perecible. En el mejor de los casos, se puede conservar hasta por 10 días, en condiciones naturales. En este sentido, tiene una gran desventaja frente a productos como la papa (Seminario y Valderrama 2000).

Es necesario entonces, buscar alternativas de postcosecha para incentivar su producción, procesamiento y comercialización. Cabe destacar que la raíz tuberosa por los contenidos nutricionales es recomendado para la alimentación de bebés a través del uso de papillas, sopas y otra forma de utilización es la elaboración de snacks, preparación de coladas, dulce y conservas.

En la presente investigación se planteó buscar una alternativa de procesamiento e inserción de la arracacha en la alimentación, para lo cual se utilizó el proceso de fritura para la obtención de hojuelas. Este proceso es un método de cocción que brinda sabores y texturas únicas en los alimentos procesados, para evitar el deterioro y alargar la vida útil del producto. Además, se determinó los parámetros de temperatura y espesor ideal para la obtención de hojuelas a partir de arracacha, de esta manera poder comercializarlo como una alternativa de lonchera saludable.

Objetivo:

Objetivos General.

- Determinar la temperatura de fritura, el espesor adecuado y el consumo de aceite para obtener hojuelas de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft)

Objetivos específicos

- Determinar el rendimiento de hojuelas de arracacha utilizando tres temperaturas de fritura 140°C, 150°C y 160°C y tres espesores 1.5 mm, 2 mm y 2.5 mm.
- Determinar el consumo aceite para obtener hojuelas de arracacha utilizando tres temperaturas de fritura (140, 150 y 160°C) y tres espesores de hojuelas (1.5, 2 y 2.5mm).

CAPITULO II

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

En Ecuador Higuera y Prado (2013) Determinaron los parámetros óptimos para la elaboración de snacks a partir de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*). Encontraron, que el mejor espesor para snack es de 2 mm a 140°C, durante un tiempo de fritura de 4 min. El fin de esta investigación, fue brindar una alternativa de procesamiento e inserción de la zanahoria blanca (arracacha) en la alimentación, para lo cual se utiliza el proceso de fritura para la obtención de nuevos productos.

En Brasil (Sao Paulo) Nestlé procesa cerca de 400 t de arracacha, en alimentos para bebés. Otros productos derivados del mismo cultivo son harina y hojuelas deshidratadas precocidas, para alimentos de lonchera (Santos y Hermann 1994 citado por Jiménez 2005) (Frere 1975). En Cuba, se cultiva en las montañas del oriente donde es popular para la confección de frituras y buñuelos (Soukup 1970 citado por Jiménez 2005).

En la Paz (Bolivia) la arracacha es consumida como la papa y también cocida y picada como ensalada fría (Cárdenas 1969, citado por Jiménez 2005). En Colombia se mezclada con verduras y carnes (sancocho), las hojas y tallos blanqueados le consumen como apio (León 1964, citado por Jiménez 2005).

En Cajamarca – Perú, el uso más común es el estado fresco en reemplazo de la papa ya sea en sopas o guisados, en Chota provincia de Cajamarca se consumen las hojas para elaborar los rellenos de cerdo (Seminario 1986 citado por Mujica 1990).

Existen actualmente en el mercado gran variedad de frituras o snacks que son de consumo masivo, principalmente papas fritas, chifles. No hace mucho tiempo se introdujeron más variedades como frituras de yuca, o de algunas frutas deshidratadas. La fabricación de estas frituras, brindan a la arracacha una alternativa de procesamiento a nivel industrial, y al mismo tiempo ayudan al progreso de la comunidad (Enríquez 2010).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Origen y distribución de la arracacha

Su área original de dispersión son las cordilleras andinas; desde Venezuela a Bolivia, es posible que su domesticación ocurriera en Colombia (León 1964). Esta zona particular de los andes comprendió los antiguos límites de la cultura inca, sugiriéndose que hayan sido sus pobladores quienes domesticaron por primera vez esta planta (Jiménez 2005).

Bancroft, citado por Bukasov (1930) indica que esta planta es originaria de Jamaica, sin embargo, Bukasov cree que el área de origen está ubicada en los andes del norte de Sudamérica, porque allí están la mayoría de las especies de este género. El cultivo se ha extendido a las tierras altas de Centroamérica, Antillas, África y Ceilán, y a la región Subtropical de Brasil (León 1968).

En Colombia las zonas de cultivo estarían entre las áreas dedicadas a la papa y yuca; en Bolivia se observa cultivos de arracacha en Chojlla, Yungas de la Paz, Charazani, Camacho, Lorecaja (Cárdenas 1989); mientras que el Perú su cultivo está distribuido en los departamentos de Amazonas, Cajamarca, La Libertad, Ancash, Huánuco, Cerro de Pasco, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Arequipa, Moquegua, Tacna, Cuzco y Puno (Arbizu y Robles 1986, citado por Jiménez 2005).

2.2.2. Clasificación botánica

Es una especie de la familia Umbeliferae, la cual también pertenecen la zanahoria y el apio. De allí sus nombres de zanahoria blanca en Ecuador y apio criollo en Venezuela. Pertenece a la familia Apiáceae, especie *Arracacia xanthorrhiza* Bancroft.

2.2.3. Variedades de arracacha

Según Higuitia (1977) citado por Jimenez (2005) las diferentes formas hortícolas se reconocen por el color del follaje y el color externo e interno de la raíz, así tenemos:

- **Amarilla:** Esta arracacha produce raíces amarillas de muy buen sabor y el follaje es verde.

- **Blanca:** Produce raíces blancas y presenta follaje verde.
- **Morada:** El follaje es de color carmín y las raíces son amarillas.

2.2.4. Usos y propiedades de la Arracacha

Según Maza (2001) citado por Higuera y Prado (2013) la arracacha generalmente se comercializa en estado fresco para preparaciones caseras de sopas, purés, pasteles y dulces, pero en Colombia y Brasil a partir de ésta se han desarrollado algunos productos transformados como harina, arracacha frita, arracacha precocida, sopas instantáneas y alimentos infantiles; en Perú se produce un dulce típico denominado “rallado de arracacha”, el cual es elaborado con miel de caña.

La transformación del producto en cualquiera de sus opciones viene a solucionar algunas de las limitaciones actuales, dando como resultado el aprovechamiento integral, la reducción del riesgo de pérdida por la estacionalidad del producto y la incorporación de valor agregado.

Entre las opciones agroindustriales de la arracacha tenemos:

- Alimentos para bebé, harina y hojuelas deshidratadas precocidas, con potencial para alimentos para lonchera.
- Obtención de almidón, al igual que la extracción de ácido ascórbico y pectina.
- Se usa para preparar sopas instantáneas y fórmulas de comidas para bebés y también en la preparación de postres
- Aprovechamiento del follaje desecado en la elaboración de harinas para alimentación animal.
- El follaje se puede utilizar en ensaladas. La cabeza cepa o tarugo se utiliza en la alimentación de cerdos.

Aparte del uso culinario, la arracacha presenta algunas propiedades, la cual se destaca por su poder terapéutico y medicinal gracias a la pectina, es conocida como un antidiarreico moderado y contra la colitis. También ayuda a regular el funcionamiento intestinal, tanto en caso de diarrea como de estreñimiento y ejerce un efecto desintoxicante y depurativo sobre el organismo. La arracacha es alcalinizante, es decir, elimina o compensa los ácidos residuales de la

sangre, tales como el ácido úrico. Es también adecuado en los trastornos metabólicos y endocrinos, tales como anemia, dismenorrea, depresión nerviosa, hipertiroidismo, retrasos del crecimiento. Por su riqueza en hierro y vitaminas la zanahoria tiene propiedades anti-anémica y es un remedio eficaz contra la fatiga (Ruales 2009).

Los indígenas aprecian este tubérculo por sus propiedades curativas contra el reumatismo, antidiabética (disminuye el nivel de azúcar en la sangre) y además es dilatador de las arterias coronarias. El zumo de arracacha es un remedio contra la amigdalitis de los niños y la tos (Ruales 2009, citado por Higuera y Prado 2013).

Por el gran contenido vitamínico es muy conocida su propiedad oftálmica en su capacidad de aumentar la agudeza visual y la visión nocturna, es que la vitamina A es la responsable de que se fabrique rodopsina, un pigmento sensible a la luz que contribuye a mantener en buen estado la conjuntiva y la córnea y evita la ceguera nocturna. Según Higuera y Prado (2013) es popularmente usada como cicatrizante, calmante y tonificante combatiendo problemas de la piel como el acné, heridas infectadas, eccemas, abscesos y quemaduras. Fortalece las uñas y el cabello. Su consumo habitual estimula la producción de melanina y protege la piel de los efectos nocivos de las radiaciones ultravioletas (UVA), lo que sirve para reforzar y mantener el bronceado.

La arracacha contiene vitaminas C y E, que neutralizan la acción de los radicales libres, unas moléculas muy inestables y reactivas que nuestro organismo elabora durante el proceso de generación de energía, y que pueden dañar las estructuras celulares y acelerar su envejecimiento (FAO 2011).

2.2.5. Composición nutricional y química de la Arracacha.

En la composición centesimal de la Arracacha, destacan los carbohidratos en relación a los demás nutrientes (almidón + azúcares totales) y considerables minerales como en calcio, fósforo, hierro, además de constituir buena fuente de vitamina A y niacina (Amaya y Julca 2006).

INIA (2008) señala que la arracacha es de alto valor nutritivo porque presenta alto contenido de carbohidratos de fácil digestibilidad, muy apropiado para personas con problemas gastrointestinales; además posee pro vitamina A (importante para la visión), calcio (importante para la formación de huesos y dientes) y fósforo. Es apropiada para niños lactantes, especialmente cuando empiezan a ingerir alimento sólido. Durante la gestación, es importante que las madres consuman arracacha porque posee alto contenido de hierro.

Tabla 1. Composición nutricional de la arracacha de dos variedades de Arracacha (Blanca y Amarilla).

Análisis	Arracacha Blanca %	Arracacha Amarilla %
Humedad	71,56	68,80
Proteína	1,13	1,19
Carbohidratos	25,13	27,59
Grasa	0,23	0,18
Cenizas	1,10	1,28
Fibra	0,85	0,96
Materia Seca	28,44	30,79
Az. Reductores	1,98	3,35
(mg Glu/ml mta		
Ácido ascórbico	25,10	26,54
(mg)		
Almidón	17,72	18,01

Fuente: Collazos *et al.* (1995),

Tabla 2. Valores aproximados de las principales vitaminas presentes en la arracacha.

VITAMINAS	100 gr de material fresco
Vitamina A	1,759
Tiamina	0,08
Riboflavina	0,04
Niacina	4,5
Piridoxina	0,03

FUENTE. Santos y Pereyra (1994), Tapia (1990)

Tabla 3. Composición química de Arracacha.

Componentes	g/100g de materia fresca	
	Promedio	Variación
Humedad	74,00	64,12 – 61,37
Sólidos totales	26,00	16,83 – 34,14
Carbohidratos	24,91	19,25 – 29,87
Proteínas	0,96	0,60 – 1,85
Lípidos	0,26	0,19 – 0,35
Cenizas	1,30	1,05 – 1,38
Fibras	0,85	0,60 – 1,24
Almidón	23,51	16,91 -25,49
Azúcares totales	1,66	0,65 – 1,98
Calorías	104	96 – 126

FUENTE: Santos & Pereira (1994), Tapia (1990) y Franco (1982)

Tabla 4. Composición de aminoácidos esenciales de las proteínas de la arracacha comparados con las proteínas padrón (FAO/OMS 1973).

Aminoácidos	Mg de aminoácidos/g de nitrógeno	
	Arracacha	Proteína padrón de la FAO/OMS 1973
Isoleucina	83	250
Leucina	237	440
Lysina	203	340
Metionina + Lysina	179	220
Fenilalanina	386	380
Tirosina	186	250
Treonina	144	60
Triptófano	191	310
Valina	33.2	100
Valor (E/T%)	22.6	36

Fuente: Necesidad (1973)

2.3. Las hojuelas

Las hojuelas son alimentos elaborados por medio de fritura, extrusión, deshidratación que han sido ideados para ser consumidos por placer o como complemento energético o nutritivo, pero no constituyen por si mismos ninguna de las principales comidas del día. Una gran variedad de alimentos como: cereales, tubérculos, carne, pescado, etc. pueden ser transformados en hojuelas procesadas.

Según la FAO (2011) las hojuelas pueden ser fabricadas con una amplia gama de materias primas y procesos. El procedimiento más utilizado es la fritura, pero existen otros como la extrusión o el horneado. La producción de hojuelas es infinita, puesto que se tiene un área innumerable en colores formas, tamaños y sabores para el momento de fabricar.

Dentro de las hojuelas procesadas, existe una gran producción para lo cual se usan diferentes materias primas siendo muy resaltante la producción en base a papa y granos.

2.3.1. Tipos de hojuelas

Las hojuelas se clasifican de acuerdo al tipo de técnicas que han sido usadas para su alcance; así, por ejemplo: tenemos las hojuelas obtenidos mediante un proceso de fritura (hojuelas de frutas y tubérculos); otros que han pasado por proceso de extrusión y/o expansión (hojuelas de maíz, cebada, etc.). Tenemos también las confituras obtenidas mediante deshidratación osmótica, frutas deshidratadas obtenidas a través de un proceso de secado, las mismas que son consumidas directamente o se usan en la elaboración de barras energéticas con una extensa variedad de sabores y texturas (FAO 2011).

2.3.2. Vida útil de las hojuelas

La vida útil de las hojuelas puede variar de dos a tres meses. Para alargar la vida útil de las hojuelas, se usan empaques que eviten el paso de la luz y del oxígeno, como el polipropileno. En caso de tentempiés de rápido consumo, se pueden usar materiales como polietileno o papel (FAO 2011).

2.3.3. Mecanismos de deterioro de las hojuelas

Teniendo en cuenta que las hojuelas se caracterizan por su bajo contenido de humedad, textura, crocante y su alto contenido de aceites, después de la fritura; es improbable las alteraciones por causa de microorganismos. Los principales mecanismos del deterioro de estos productos son dos: el enranciamiento de la grasa y la pérdida de textura (crocancia) (FAO 2011).

- **Enranciamiento de la grasa**

Todas las grasas son sujetas a deteriorarse por el enranciamiento hidrolítico y oxidativo, lo cual lleva a la formación de olores y sabores desagradables en el alimento. Para minimizar el desarrollo de tal rancidez, el producto debe estar protegido del oxígeno, luz y trazas de iones metálicos.

- **Pérdida de la textura (crocancia)**

La crocancia es una característica de la textura sobresaliente de las hojuelas y su pérdida se debe a la absorción de humedad; esta es la causa principal del rechazo de las hojuelas por parte de los consumidores.

2.4. Fritura de las hojuelas.

La fritura es una de las técnicas más antiguas de la preparación de alimentos. En la actualidad, los alimentos fritos gozan de una popularidad cada vez mayor en el mundo, y son aceptados por personas de todas las edades. La preparación de estos productos es fácil y rápida y su aspecto y sabor se corresponden con los deseados por el consumidor (Fellows 1994).

Esta situación ha conllevado a que la fritura se haya generalizado en los establecimientos de alimentos rápidos (fast food), en la restauración, en la propia industria alimenticia, por ejemplo, los llamados "snacks", también en los hogares, etc.

La fritura es un proceso físico-químico complejo de cocción y deshidratación a través del contacto de aceite caliente con una materia prima, el objetivo es sellar el alimento gracias a que el almidón se gelatiniza a los tejidos que ablandan y que las enzimas son parcialmente inactivadas. De esta manera los sabores y los jugos que componen el alimento se conservan en la parte interna

de él, gracias a la formación de una capa que recubre el producto, ya que la humedad se pierde durante el proceso. La velocidad y la eficiencia del proceso de fritura depende de la calidad y la temperatura del aceite esta suele estar entre 150 y 190 °C, favoreciendo un alto índice de deshidratación y un menor tiempo de proceso (Gamble 1987).

En un producto frito un importante indicador de calidad es el contenido de humedad, de este dependen otros factores como la textura, el color, entre otros; además un bajo contenido de este proporciona la estabilidad a las alteraciones microbianas, ya que la pérdida de agua suspende o retarda las actividades metabólicas de los microorganismos causantes de la descomposición microbiana (Motur 1989).

Según Gamble (1987), el proceso de fritura puede realizarse de dos formas:

- **Superficial (Shallow frying)**

Se sumerge en el aceite la superficie del alimento que se desea freír, se realiza normalmente en sartenes o recipientes de poca profundidad y con bajo nivel de aceite, el producto no queda totalmente cubierto por éste. La parte del alimento sumergida se fríe y la que no está en contacto con el aceite se cuece debido al vapor intenso que se va desprendiendo del mismo producto al calentarse.

- **Profunda (Deep frying):**

Se sumerge el alimento totalmente en el aceite, se lleva a cabo en freidoras caseras o industriales o en recipiente que contiene un alto nivel de aceite, en todos los casos el producto está totalmente cubierto por el aceite y la fritura ocurre uniformemente sobre toda la superficie.

2.4.1. Transferencia de masa y calor durante el proceso de fritura

Al sumergir el alimento en el aceite caliente la transferencia de calor se realiza por dos mecanismos: conducción y convección. La transferencia de calor por conducción, tiene lugar desde la superficie hacia el interior del alimento.

La convección ocurre entre el aceite caliente y la superficie del alimento. La transferencia de materia durante la fritura está caracterizada, principalmente, por la pérdida de humedad y la ganancia de aceite, flujos que operan en

contracorriente, impulsados por la transferencia de calor del aceite al alimento. Como resultado de la transferencia de calor y materia, el producto presenta dos regiones características: la costra o superficie deshidratada, donde se producen los principales cambios, y el interior del alimento, donde la temperatura no sobrepasa la temperatura de ebullición del agua (Sharma 2000).

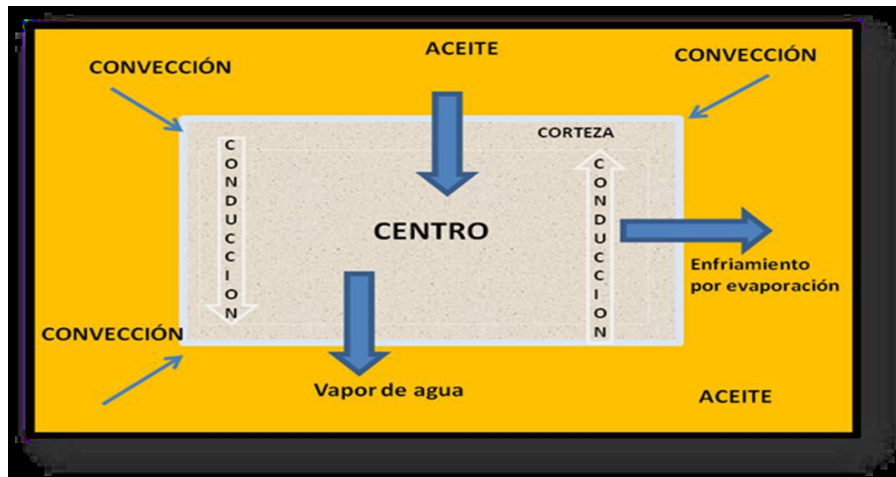


Figura 1: Transferencia de calor (Sharma 2000).

En la Figura 1 se detalla el proceso de intercambio de calor mediante la fritura del producto, en donde la convección hace referencia a la transmisión de calor, conducción se refiere al paso del aceite por el producto en el cual se va generar pérdida de agua de esta manera se realiza la deshidratación del producto.

2.4.2. Parámetros y factores que influyen el proceso de fritura

Los principales parámetros que influyen en la pérdida de agua y la absorción de aceite son la temperatura y el tiempo de fritura. Otros parámetros a considerar son la forma del alimento y la relación entre el tamaño del producto y la superficie expuesta al medio circundante (Moreira 2001).

Baumann y Escher (1995) mencionan que, en la fritura, al incrementar la temperatura la velocidad de deshidratación aumenta, reduciéndose el tiempo de fritura; en cambio, al aumentar el espesor del producto se incrementa el tiempo.

Según Costa y Oliveira (1999) el transporte de agua y aceite es más intenso cuanto mayor es la temperatura del aceite y menor el espesor de la muestra. Por ejemplo, si el alimento se procesa en láminas, aquellas más gruesas presentan una menor área específica, reduciéndose el área relativa disponible para perder el agua; también el camino interno que tiene que recorrer el agua es más largo y se requiere más calor para evaporar dicha agua, además la corteza que se forma impide que el agua salga con facilidad.

En investigaciones realizadas por Garayo y Moreira (2002) el mecanismo de absorción de aceite es un aspecto importante de la fritura que ha sido ampliamente estudiado. Diversos estudios han demostrado que la mayor parte del aceite no penetra en el producto durante la fritura, sino al extraer el producto del aceite cuando se enfría, aunque hay que señalar que la pérdida de agua y la absorción de aceite están relacionadas.

Según Aguilera y Hernández (2000) la absorción de aceite depende en mayor grado de la calidad de aceite que del tipo de aceite utilizado.

El Aceite sufre cambios, no solo debido a la degradación térmica e incorporación de compuestos extraídos del producto, sino también por la producción de surfactantes, los cuales causan una absorción excesiva del aceite y el obscurecimiento del producto.

- Tiempo y temperatura de fritura

Según Yamsaengsung y Moreira (2002) el contenido de aceite se afecta por la temperatura a la que se enfríe el producto. Para lo cual, se sugiere evitar un cambio brusco de temperatura durante la etapa de enfriamiento del producto, con el fin de que éste no absorba mucha cantidad de aceite.

En tanto que la temperatura de fritura viene determinada por condiciones económicas y por el tipo de producto a elaborar, es decir, que aquellos alimentos de corteza superficial y blanda en su interior, se fríen a temperaturas elevadas. La rápida formación de la corteza retiene cierta porción de agua en el interior, al tiempo que dificulta la transferencia de calor hacia el interior del alimento. Aquellos alimentos en los que la fritura debe provocar su deshidratación se fríen a temperaturas más bajas para

que el frente de evaporación se desplace rápidamente hacia el interior antes de que se forme la costra superficial.

- Porosidad

La distribución y tamaño del poro, desarrollado durante la fritura, son considerados como la principal causa para la absorción de aceite durante el periodo de enfriamiento (Valderrama y Carlos 1991).

- Costra formada durante el proceso

La formación de una costra en la superficie del alimento no solo influye en la transferencia de masa y calor sino también tiene un marcado efecto en la absorción del aceite. Esta se forma por reacciones químicas tales como: deshidratación, reacciones no enzimáticas y cambios estructurales acelerados a altas temperaturas. Numerosos estudios demuestran que la absorción de aceite se localiza en la costra; la penetración de aceite en el interior de ella es afectada, generalmente, por el tiempo de fritura, tipo y calidad de aceite (Aguilera y Hernández 2000).

- El almidón en la formación de costra de las hojuelas

El almidón se gelatiniza y se carameliza, ayudando en la formación de la corteza, provocando un producto finalmente duro. Sin embargo, se ha reportado que con tiempos de fritura cortos y temperaturas de freído elevadas, la dureza del producto final se puede dar por la rápida formación de la costra, lo cual evita el desplazamiento del agua desde el interior del alimento hacia la superficie del mismo, quedando atrapada en las paredes del producto y ocasionando fragilidad (Bertrand 2006)

Según Anderson (1994) el almidón requiere de la presencia de agua para su gelatinización por lo que a mayor contenido de humedad se esperaría un mayor grado de gelatinización del almidón superficial, limitando la absorción de grasa interna en el producto. Un fenómeno importante que presenta el almidón es la gelatinización, al echar granos de almidón en agua, se produce una dispersión ya que no es soluble, pero los granos son capaces de embeber agua, este fenómeno aumenta con la temperatura. Es un proceso

irreversible. A una determinada temperatura el grano se rompe y aparece la gelatinización.

Cada almidón tiene un punto de gelatinización diferente, el trigo 80-85 grados, el maíz 70-72 y la patata 60-65 grados. Las dispersiones de almidón son viscosas y esta viscosidad varía con la temperatura. Los geles pueden cristalizar con el tiempo esto es la retrogradación, la dispersión se calienta hasta una temperatura inferior a la gelatinización y se enfría. El almidón puede dar sinéresis, es decir el gel con el tiempo pierde agua, acentuándose con tratamientos extremos: congelación y fritura (Anderson 1994),

2.5. El aceite

2.5.1. Calidad y composición del aceite

La descomposición del aceite aumenta con el tiempo de fritura y con su uso es prolongado. Los Cambios en el aceite no solo resultan de la producción de compuestos que se degradan térmicamente, sino también de la producción de surfactantes producidos por oxidación (Valderrama y Carlos 1991).

2.5.2. El aceite en la fritura

El aceite no solo es un medio para transferir el calor del recipiente al alimento, es, en sí mismo un alimento, de tal manera que, para obtener productos fritos de calidad se requiere que el aceite también sea de calidad.

El aceite durante el proceso es el medio transmisor del calor y a su vez aportar sabor y textura a los alimentos, se convierte en un ingrediente del alimento frito al ser absorbido por éste, por tanto, la estabilidad del aceite y su grado de alteración influirán directamente en la calidad y la duración del producto frito (Valderrama y Carlos 1991).

En la fritura el aceite debe mantenerse a una temperatura máxima de 180°C, si los alimentos se fríen a una temperatura demasiado baja, estos atrapan más grasa. El agua que es aportada por los alimentos que se fríen en el aceite aumenta la disociación de los ácidos grasos que se produce durante el calentamiento (Gill 2010).

2.5.3. Los aceites utilizados en el proceso de fritura

La importancia del aceite utilizado en la fritura, es determinante tanto desde el punto de vista de la calidad degustativa y de la calidad nutricional de la fritura resultante, como desde el punto de vista del rendimiento.

Idealmente el mejor aceite para fritura debería ser un producto de consistencia líquida a temperatura ambiente, que no se deteriora por el calor aplicado en forma continua o intermitente, que no imparta mal sabor u olor al producto que se fríe, resistentes a la oxidación, que no tenga los efectos negativos desde el punto de vista nutricional atribuidos a los ácidos grasos saturados e hidrogenados (Valderrama y Carlos 1991).

2.5.4. Cambios y reacciones en los aceites durante la fritura

Según Gamble (1987) al aumentar la temperatura se aceleran todos los procesos químicos y enzimáticos, por 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 de los aceites calentados son:

1. Oxidación

Según Gamble (1987) la oxidación es la alteración más frecuente en la fritura; consiste en la acción del oxígeno sobre los ácidos grasos, especialmente los poliinsaturados, formándose compuestos inestables llamados hidro-peróxidos o peróxidos y radicales libres de los que dependen la velocidad de reacción y la naturaleza de los productos originados.

Es evidente que el hábito de añadir aceite nuevo al ya usado o alterado facilita su oxidación. Algunos aceites contienen sustancias antioxidantes naturales, pero que no son estables a las altas temperaturas de la fritura.

Con la oxidación, se producen olores y sabores no deseados, oscurecimiento, aumento de la viscosidad y formación de espumas.

2. Polimerización

La polimerización es la reacción de una grasa con ella misma, por lo cual se combinan moléculas relativamente pequeñas de aceite o grasa para formar moléculas más grandes. La polimerización puede tener lugar en los puntos de insaturación de las cadenas de los ácidos grasos (precedida por oxidación) o en la unión del ácido graso y la molécula de glicerol. En general, la velocidad de polimerización se incrementa con el grado de insaturación del aceite (Gamble 1987).

3. Hidrólisis

Según Gamble (1987) la fritura 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 diglicéridos y aparecen ácidos grasos libres y en menor cantidad que pueden formar compuestos indeseables.

También influye el hecho que haya humedad al calentar o enfriar el aceite a temperaturas inferiores a 100°C, y durante los periodos entre frituras, ya que el agua no se evapora, o si se acumulan gotas en la tapa de freidora.

Como consecuencia de la hidrólisis, decrece el punto de humo (temperatura a la que aparece humo en la superficie del aceite), Aparecen olores y sabores indeseables, incluso puede haber gusto a jabón y aumenta la acidez del aceite.

2.6. Proceso de elaboración de hojuelas.

a) Recepción de materia prima

La materia prima debe contar con un manejo adecuado durante su cultivo, cosecha y pos cosecha, de manera que garantice que el producto esté en condiciones físicas adecuadas para su procesamiento en frituras. Debe contar con un buen grado de madurez, contenido de azúcar bajo, estar bien formada, limpia, no contaminada con productos químicos, sin daños mecánicos, y fisiológicos (Moreno 2005).

b) Selección y limpieza

El objetivo de la inspección es determinar el grado de contaminación o impurezas que contengan la unidad de transporte. La materia prima se selecciona de acuerdo con criterio establecido para entrar a proceso de producción. Es de vital importancia desechar la materia prima con cualquier síntoma de contaminación o no apta para el proceso de fritura (Moreno 2005).

c) Lavado y pelado

Para eliminar la suciedad y tierra, se puede utilizar métodos de inmersión en agua o bajo chorro. El pelado se realiza por varios métodos uno de uno de ellos consiste en someter el producto a la acción de rodillos. La superficie abrasiva arranca la piel que se elimina por arrastre con agua corrientes. Este método es el más sencillo y bajo de costos (Hui 2006).

d) Corte, rebanado y fritura.

La materia prima pelada se corta en hojuelas de 1 a 4 mm de espesor en una cortadora rotativa, el tiempo de fritura varía entre 2 y 3 minutos, y la temperatura entre 140 y 170 °C (CNP 2006).

e) Escurrido

El exceso de aceite se debe eliminar mediante el escurrido del mismo, que es utilizado una mesa con doble fondo de manera que el aceite pueda escurrir y recolectar para luego utilizarlo (CNP 2006).

f) Salado

Es de suma importancia para efectos de diferenciación del producto ante el consumidor y ante gran competencia que existe hoy en día en este tipo de producto (CNP 2006).

g) Empaque y empaçado

Una vez colocado el producto en la funda, se procede a sellar tratando de dejar la menor cantidad de oxígeno dentro de ella ya que se produce oxidaciones de grasa. El empaçado constituye un elemento fundamental en la conservación y comercialización de los productos alimenticios (CNP 2006).

Comunicar, contener y proteger son consideradas como las funciones principales de los empaques. Por todo ello se le conoce como “vendedor silencioso”.

2.7. Tipos de empaques utilizados en la industria de los snacks

Los snacks tipo chips, son típicamente empacados en películas simples (láminas obtenidas a partir de extrusión de polímeros) como polipropileno (PP), poliéster (PET), cloruro de polivinilideno (PVD), poliestireno (Vaclavik 2007) y polietileno (PE) de baja y alta densidad.

El Polietileno (PE), es el plástico más común, más barato y el que más demanda comercial tiene, suponiendo el 63 % de todo el plástico usado en empaqueo, empleándose sobre todo en forma de películas flexibles (Vaclavik 2007).

Estructuralmente el polietileno es el plástico más simple y se hace por polimerización por adición del gas etileno en un reactor a presión, a altas temperaturas. Dependiendo de las condiciones de polimerización se consiguen resinas de baja, mediana y alta densidad (Vaclavik 2007).

El polietileno de baja densidad es químicamente inerte, termosellable, no posee olor alguno y se retrae por calentamiento. Es impermeable al vapor de agua, pero bastante permeable a gases. Presenta excelente resistencia al agua, ácidos y álcalis, lo que no sucede con las grasas y aceites. Es sensible a los olores. La temperatura de sellado se de 121-176°C el empaque constituye un elemento fundamental en la conservación y comercialización de los productos alimenticios (Vaclavik 2007).

2.8. Evaluación sensorial de alimentos

La División de Evaluación Sensorial del Instituto de Tecnólogos de Alimentos de los Estados Unidos (IFT) ha definido la evaluación sensorial como: la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de vista, olfato, gusto, tacto y oído (Ciapinni 2009).

No existe ningún instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en

cualquier estudio sobre los alimentos, como, por ejemplo: desarrollo y mejoramiento de productos, control de calidad, estudio sobre almacenamiento y desarrollo de procesos (Ciapinni 2009).

2.8.1. Tipos de pruebas para evaluar sensorialmente a los alimentos

Existen tres tipos de pruebas fundamentales en la evaluación sensorial estas son: de preferencia y aceptación, de discriminación o diferencia y descriptivas.

Las pruebas de diferencia se usan para determinar si hay una diferencia perceptible entre productos. En su respuesta, el panelista no tiene en cuenta sus gustos particulares. Estas pruebas pueden utilizarse para determinar si ha ocurrido un cambio perceptible en la apariencia, sabor o textura de un alimento, como resultado de su almacenamiento. También para comparar la vida útil de un producto concreto envasado en diferentes materiales de envase, o si ha ocurrido un cambio en el proceso de elaboración o alteración en algún ingrediente (Vaclavik 2007).

En cuanto a las pruebas afectivas, estas se dirigen fundamentalmente hacia los consumidores y pretenden evaluar su nivel de: satisfacción, preferencia o la aceptabilidad de un determinado producto; para el fin, se puede hacer uso de escalas como la hedónica, que es la más popular de las escalas afectivas. Generalmente se utilizan las estructuradas de siete puntos, que van desde “me gusta muchísimo”, hasta “me disgusta muchísimo”, pasando por “ni me gusta ni me disgusta” (Vaclavik 2007).

CAPITULO III

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación

El siguiente trabajo de investigación se inició con la obtención de la arracacha en la Provincia de Chota, Distrito de Lajas, para luego ser trasladado a las instalaciones del Laboratorio de Frutas y Hortalizas de Industrias Alimentarias (2H-109) de la Universidad Nacional de Cajamarca.

3.2. Materiales

3.2.1. Material experimental

- Arracacha
- Aceite vegetal.
- Agua para limpieza y desinfección de la materia prima, sal yodado

3.2.2. Material y equipo de laboratorio

- 1 termómetro, 1 cronómetro, 1 probeta (1000 ml), 1 vaso de precipitación (500 ml) Equipos de proceso y utensilios, 1 cortadora – rebanadora, 1 escurridora, 1 balanza electrónica capacidad de 500g, 1 balanza electrónica capacidad de 1000g, 1 selladora, 1 cocina industrial a gas. 1 olla. cuchillos. guantes, bandejas, espátulas, fundas.

3.2.3. Material de escritorio

- Cámara fotográfica
- Computadora
- Libreta de notas
- Papel
- Plumón indeleble

3.3. Metodología

3.3.1. Fase de campo

La arracacha se transportó del distrito de Lajas, luego se trasladó al Laboratorio de Frutas y Hortalizas de Ingeniería En Industrias Alimentarias (2H-109), de la Universidad Nacional de Cajamarca, donde se realizó la Investigación.

3.3.2. Fase de laboratorio

En el laboratorio se llevó a cabo la investigación para la obtención de snacks de arracacha según los parámetros establecidos. Se seleccionaron los tubérculos en buen estado; es decir, sin presencia de defectos y lesiones, se retiraron excesos de tierra y polvo presentes en las raíces de arracacha.

3.3.3. Descripción del proceso de fritura según Higuera y Prado (2013)

- **Recepción:** La materia prima arracacha se compró de un mercado de la provincia de Chota, distrito de Lajas, considerando el buen estado, para evitar modificaciones que alterarían las características del producto final.
- **Pesado 1:** Se realizó utilizando una balanza de capacidad de 15 kg, para determinar la cantidad de materia prima para el ensayo.
- **Selección y Clasificación:** En una mesa se realizó la selección y clasifican la materia prima con la finalidad de separar o eliminar todo producto extraño.
- **Limpieza:** A fin de eliminar las impurezas o materiales extraños, se realizó el lavado con agua potable.
- **Pelado:** El pelado de las arracachas se realizó manualmente, utilizando cuchillos de acero inoxidable.
- **Rebanado:** Se realizó a 1,5; 2 y a 2,5 milímetros para obtener hojuelas uniformes.
- **Pesado 2:** Para determinar el rendimiento se registró el peso de la materia prima 500 gramos de rebanado.

- **Fritura:** Las hojuelas de arracacha se cocieron con aceite vegetal a 140, 150 y 160°C, sometidas a un tiempo constante de 4,00 min.
- **Escurreo:** El escurrido se realizó en un tamiz, con la finalidad de extraer el aceite adherido a las hojuelas fritas se eliminará el exceso de aceite superficial de las hojuelas con papel absorbente.
- **Salado y Enfriado:** Para el salado se agregó 8 gramos de sal por unidad experimental de 500 g de hojuelas de arracacha y el enfriado se realizará en bandejas de loza a temperatura ambiente.
- **Pesado 3:** Se realizó el pesado final o pesado 3 con el propósito de determinar la disminución de peso de los 500 gramos en los diferentes tratamientos.
- **Empacado y Sellado:** El producto final será empacado en fundas de polietileno y posteriormente sellado.
- **Almacenamiento:** El producto terminado se almacenó en un lugar fresco y seco.

Se esquematiza el proceso mencionado anteriormente en la figura N ° 2

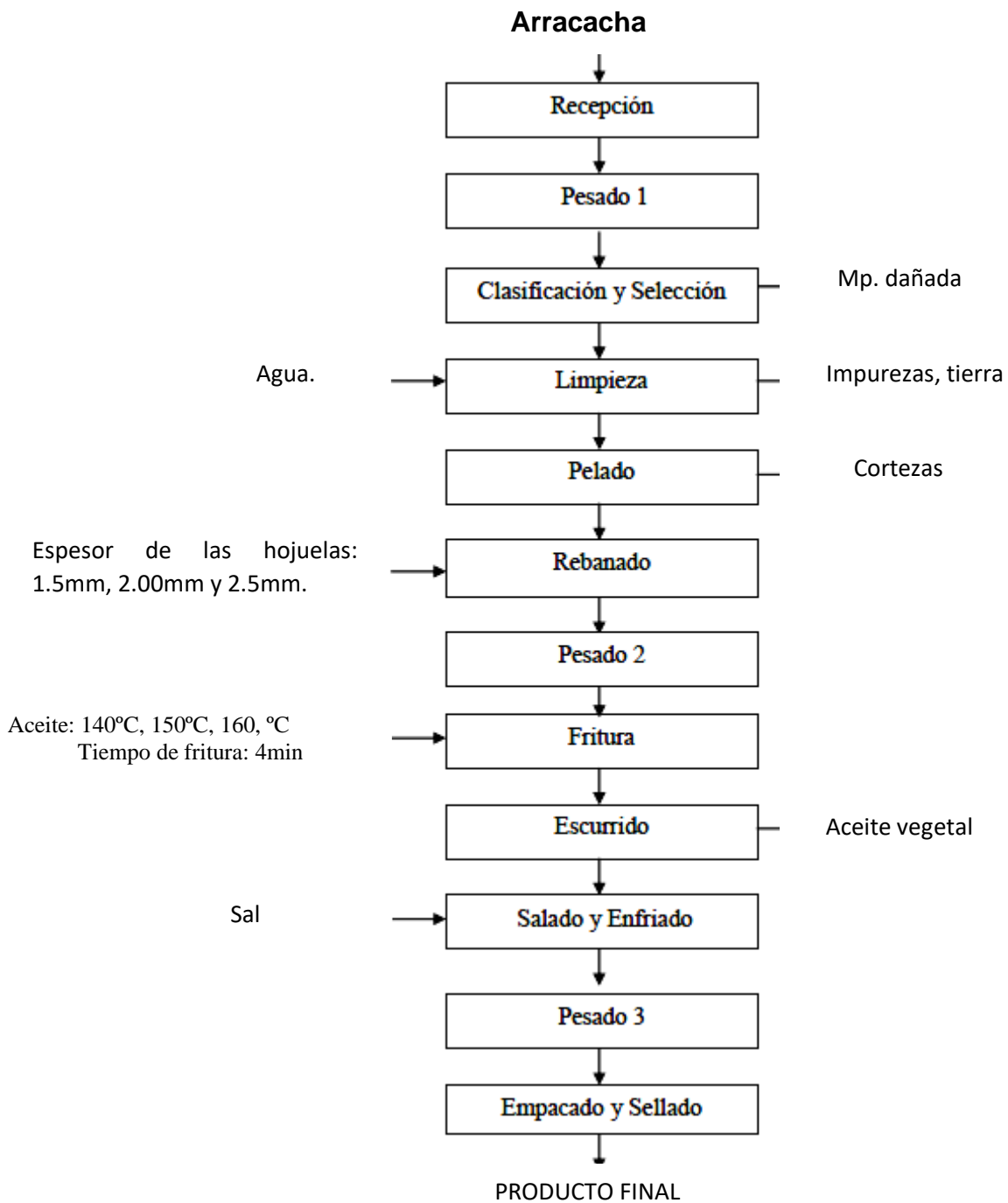


Figura 2. Flujograma de elaboración de hojuelas de (Higuera y Prado,2013)

3.3.4. Factores de estudio:

Tabla 5. Factores y niveles en estudio

	Factor E: Espesor de las hojuelas (mm)	Factor T: Temperatura de fritura (°C)
Niveles	e ₁ : 1.5	b ₁ : 140
	e ₂ : 2.0	b ₂ : 150
	e ₃ : 2.5	b ₃ : 160

3.3.5. Tratamientos y diseño estadístico

Los tratamientos en estudio (Tabla 6), fueron el resultado de combinar tres espesores de hojuelas (1.5, 2 y 2.5mm) y tres temperaturas (140°C, 150°C y 160°C). Como producto de la combinación se obtuvo nueve tratamientos.

Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial 3 x 3 y con cuatro repeticiones para cada tratamiento. Se aplicó un tiempo constante de fritura de cuatro minutos para todas las combinaciones (tratamientos).

Tabla 6. Tratamientos en estudio.

Factores	Niveles	Tratamiento	Código
Espesor de la hojuelas (mm)	1.5	1.5 mm más 140°C	T1
	2.0	1.5 mm más 150°C	T2
	2.5	1.5 mm más 160°C	T3
		2.0 mm más 140°C	T4
		2.0 mm más 150°C	T5
		2.0 mm más 160°C	T6
Temperatura de fritura (°C)	140	2.5 mm más 140°C	T7
	150	2.5 mm más 150°C	T8
	160	2.5 mm más 160°C	T9

3.3.6. Características del experimento

Se colocó la arracacha en bandejas de acuerdo a los espesores definidos para los diferentes tratamientos. Para lo cual se tendrán las siguientes consideraciones.

- Número de repeticiones: cuatro (4)
- Número de tratamientos: nueve (9)
- Número de unidades experimentales: treinta y seis (36)

3.3.7. Variables evaluadas

3.3.7.1. Variables cuantitativas

- **Rendimiento (Peso):** esta variable se evaluó en el producto final, se utilizó una balanza electrónica gramera de capacidad de 500 g. para determinar el rendimiento se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

- **Consumo de aceite en el proceso de fritura:** La medición del volumen de aceite se realizó antes y después de la fritura, para lo cual se utilizó una probeta de 1000 ml de capacidad.

3.3.7.2. Variables cualitativas.

La apariencia, olor, sabor y crocantes: son características que permiten analizar y conocer el grado de aceptabilidad o rechazo que tiene un producto, además de constituirse en una de las medidas para determinar la calidad cualitativa de los alimentos. El análisis sensorial se realizó con un panel de 20 degustadores, conformado por estudiantes de la escuela de ingeniería en industrias alimentarias.

3.3. Fase de gabinete

En la fase de gabinete los datos recolectados de los experimentos y de la prueba sensorial se tabulan en una hoja de cálculo Excel y se procesan en el programa SAS, para luego ser interpretados y discutidos.

CAPÍTULO IV

IV. RESULTADO Y DISCUSIONES

En este capítulo se presenta y discuten los resultados de la investigación, a través de los datos recolectados en los diferentes ensayos que se realizaron con el propósito de cumplir con los objetivos propuestos.

4.1. Análisis de varianza (ANOVA) para rendimientos de hojuelas de arracacha.

Los resultados del ANOVA para el rendimiento de hojuelas de arracacha (Tabla 8), indica que no existe significación estadística para los factores espesor y temperatura, de igual manera para la interacción de dichos factores. Este resultado indica que los factores en estudio (espesor y temperatura) y la interacción de ellos (espesor por temperatura) no influyeron significativamente en el rendimiento de hojuelas, es decir, que los rendimientos de éstas están influenciados independientemente por la temperatura y el espesor.

El coeficiente de variación ($CV = 3.46\%$), indica la variabilidad del material experimental para la variable evaluada y que el experimento ha sido conducido en forma eficiente.

El rendimiento de hojuelas de oscila entre un mínimo de 319 g que se obtuvo con el tratamiento T8 (2.5 cm de espesor más 150 °C de temperatura de fritura) hasta un máximo de 338 g que se obtuvo con el tratamiento T2 (1.5 cm de espesor más 150 °C de temperatura de fritura).

Tabla 7. Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento de hojuelas de arracacha.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F _C	F _{tabular}	
					0.05	0.01
Espesor (E)	2	652.20	326.10	2.49 NS	3.35	5.49
Temperatura (T)	2	99.76	49.88	0.38 NS	3.35	5.49
E x T	4	565.09	141.27	1.08 NS	2.73	4.11
Error	27	3532.27	130.82			
Total	35	4849.32				

CV = 3.46 %

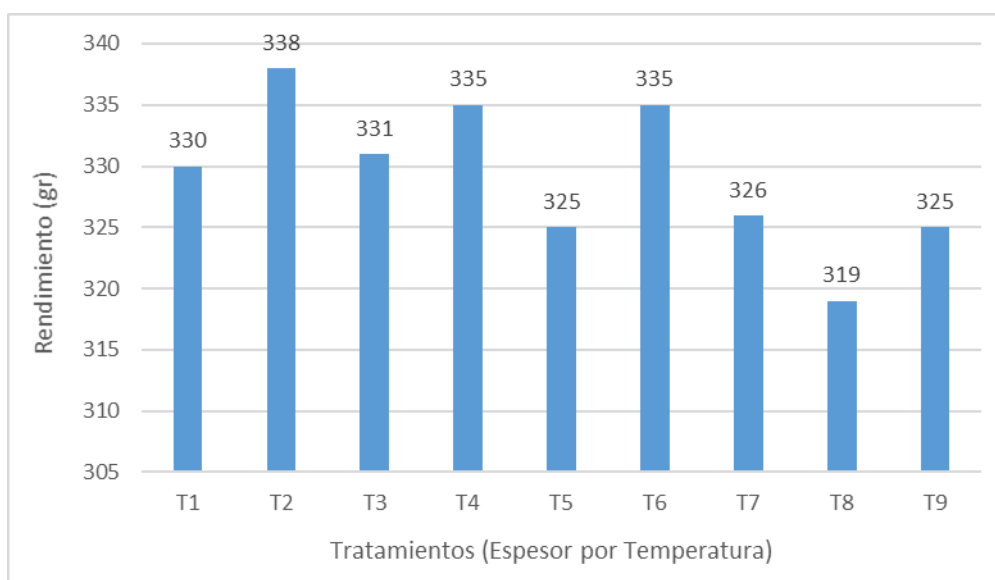


Figura 3. Rendimiento de hojuelas de arracacha

La figura 3 muestra los rendimientos de los nueve tratamientos en estudio. Se puede apreciar que sobresale el tratamiento T2 (hojuelas de 1.5 milímetros de espesor frito a 150°C), En segundo lugar, lo ocupan los tratamientos T4(hojuelas de 2.0 milímetros de espesor frito a 140°C), y el T6 (hojuelas de 2.0 milímetros de espesor frito a 160°C). Esto me estaría indicando que se está obteniendo un mayor rendimiento de hojuelas.

Según Costa y Oliveira (1999), si el alimento se procesa en láminas, aquellas más gruesas requieren más calor para evaporar el agua que contienen las láminas. En el caso de las muestras de arracacha que se está utilizando en este experimento son finas, la trasmisión de calor es muy rápida. Moreira (2001) menciona que los principales parámetros que influyen en la pérdida de peso son la temperatura y el tiempo de fritura. Otros parámetros a considerar son la forma del alimento y la relación entre el tamaño del producto y la superficie expuesta al medio circundante.

La velocidad y la eficiencia del proceso de fritura depende de la calidad y la temperatura del aceite esta suele estar entre 150 y 190 °C, favoreciendo un alto índice de deshidratación y un menor tiempo de proceso (Gamble 1987).

Para encontrar el porcentaje de rendimiento se utilizó la formula adjunta

$$(\%)R = \frac{\text{Peso final} \times 100}{\text{Peso inicial}} = \frac{338 \times 100}{500} = 67.6\%$$

Luego de haber realizado el respectivo balance de materiales se deduce que, por cada 500 g de arracacha se obtiene alrededor de 338 g de hojuelas de arracacha, equivalente a un porcentaje del 67.6 % de rendimiento.

4.2. Análisis de varianza (ANOVA) para el consumo de aceite (ml).

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el consumo de aceite (ml) posterior a la fritura (Tabla 9), indica significación estadística al 5% de probabilidad para el espesor y de igual manera para la interacción de los factores (E X T) en estudio. Este resultado indica que los factores actúan conjuntamente, es decir que ambos factores producen un efecto significativo en la disminución del volumen del aceite después de la fritura.

El coeficiente de variación (CV = 5.17%), es un valor bajo considerado como bueno (Vásquez 2014); así mismo indica que para esta variable en estudio hay poca variabilidad.

Tabla 8. Análisis de varianza (ANOVA) para consumo de aceite posterior a la fritura.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F _c	F _{tabular}	
					0.05	0.01
Espesor (E)	2	231.84	115.92	6.72*	3.35	5.49
Temperatura (T)	2	92.04	46.02	2.67ns	3.35	5.49
E x T	4	231.09	57.77	3.35*	2.73	4.11
Error	27	465.85	17.25			
Total	35	1020.81				

$$CV = 5.17\%$$

En la Tabla 10 y Figura 3, al realizar el análisis de varianza para los efectos simples de los factores, se encontró significación estadística al 5% de probabilidad para el nivel e₂ (2 mm) del factor espesor con el factor

temperatura. Así mismo indica que hay significación estadística para el nivel T₂ (150°C) del factor temperatura con el factor espesor. Este resultado indica que el consumo de aceite posterior a la fritura de hojuelas de arracacha se debe emplear un espesor de 2mm a una temperatura de fritura de 150°C.

Tabla 9. Análisis de varianza (ANOVA) para los efectos simples de los factores en estudio.

Comparación de tratamientos	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	FC	Pr >F
T en e ₁	2	25.04	12.52	0.63	0.5561
T en e ₂	2	271.61	135.81	4.93*	0.0058
T en e ₃	2	26.47	13.24	3.12	0.0935
E en t ₁	2	137.11	68.55	3.6*	0.0009
E en t ₂	2	71.43	35.71	7.63	0.6115
E en t ₃	2	254.40	127.20	4.53	0.0635
Error	27	465.85	17.25		

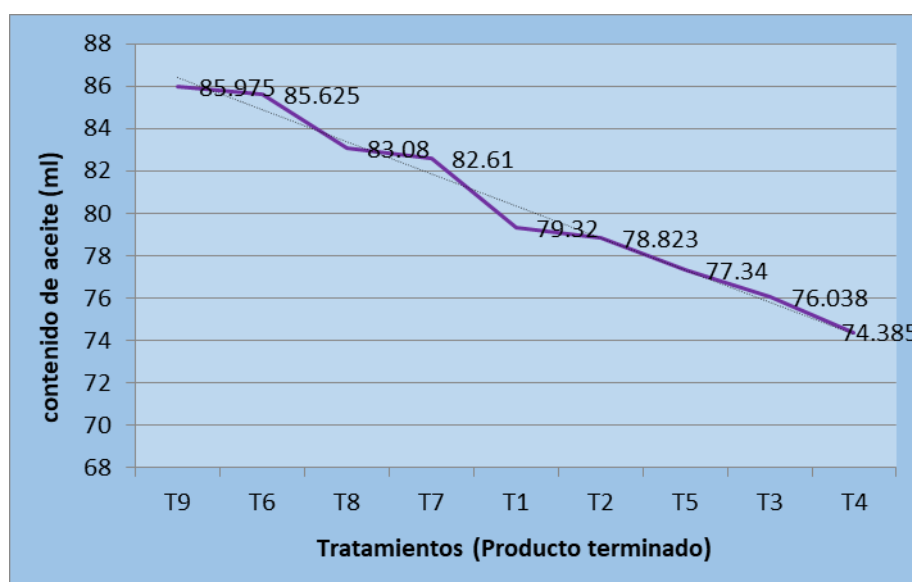


Figura 4: Consumo de aceite en el proceso de fritura.

La figura 4 presenta el consumo de aceite en la elaboración de las hojuelas con los 9 tratamientos respectivamente, donde se puede determinar que existe mayor consumo de aceite en el tratamiento T9 (hojuelas de 2.5 mm frito a 160°C), el cual presenta un consumo de aceite de 85.975 ml, esto

probablemente se debe al espesor de las hojuelas ya que a mayor espesor de las hojuelas mayor contenido de agua. Según Moreira (1995) menciona que la mayor retención de aceite en el producto tiene lugar cuando la mayor cantidad de agua ha salido del mismo.

Por otro lado, el tratamiento T4 (hojuelas de 2.0 mm de espesor frito a 140°C) con un consumo de aceite de 74.385 ml, fue el que menos consumió aceite, este resultado probablemente se debe al menor diámetro de las hojuelas, según Moreira (1995) indica que los productos que presentan menor humedad retienen bajas cantidades de aceite, este fenómeno se debe a que las aguas contenidas en dichas hojuelas salen y en su lugar queda el aceite.

Gamble (1987) indica que el contenido de aceite no estaba directamente relacionado con la temperatura de fritura, sino con la humedad residual del alimento. Esto lo corroboran Moreira (1995) que demuestran que la mayor retención de aceite en el producto tiene lugar cuando la mayor cantidad de agua ha salido del mismo. Estos resultados son comprobados con los resultados obtenidos ya que demuestran que a mayor espesor de la muestra existe mayor absorción de aceite

4.3. Evaluación sensorial del producto terminado.

La evaluación sensorial del producto terminado, se realizó con la finalidad de evaluar las características organolépticas como: apariencia, olor, sabor y crocantes, para determinar las mejores hojuelas de arracacha según la prueba de aceptabilidad del panel degustador (30 panelistas).

4.3.1. Apariencia

La prueba de aceptabilidad para la apariencia (Figura 4), indica que el T2 (hojuelas de 1,5 milímetros de espesor, frito a 150°C), es el tratamiento que presenta el mayor porcentaje de aceptación (20%); seguido del T3 (hojuelas de 1,5 milímetros de espesor, frito a 160°C) y del T5 (hojuelas de 2,00 milímetros de espesor, frito a 150°C); que obtuvieron ambos el 16.2% de aceptación. Estos resultados indican que los tratamientos T2 (hojuelas de 1,5 milímetros de espesor, frito a 150°C), T3 (hojuelas de 1.5 milímetros de espesor frito a 160°C)

y T5 (hojuelas de 2.0 milímetros de espesor frito a 150°C) son lo más aceptados por la apariencia que presento el producto final.

Por otro lado, los tratamientos T4 (hojuelas de 2.0 milímetros de espesor frito a 140°C), T6 (hojuelas de 2.0 milímetros de espesor frito a 160°C), T7 (hojuelas de 2.5 milímetros de espesor frito a 140°C), T8(hojuelas de 2.5 milímetros de espesor frito a 150°C) y T9 (hojuelas de 2.5 milímetros de espesor frito a 160°C) presentaron un porcentaje de aceptación que oscila entre el 0.45 y 2.45%. Este resultado indica, que estos tratamientos fueron los menos atractivos por la apariencia que presentaron las hojuelas en el producto final.

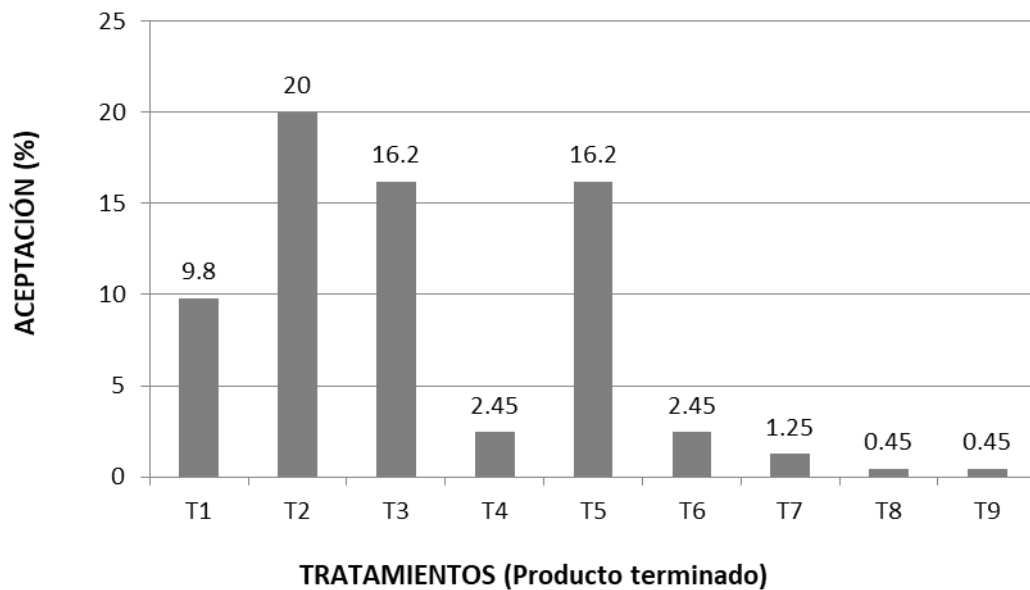


Figura 5: Porcentaje de aceptación del producto terminado en base a la apariencia.

La figura 5 nos muestra que el tratamiento 2 (hojuelas de 1,5 milímetros de espesor, frito a 150°C) tiene mayor aceptación para el consumo con 20%; seguidamente por los tratamientos T3 (hojuelas de 1,5 milímetros de espesor, frito a 160°C) y T5(hojuelas de 2,00 milímetros de espesor, frito a 150°C), que tienen 16.2% de aceptación

4.3.2. Olor

La prueba de aceptabilidad para el olor de los snacks (Figura 6), indica que el T3 (hojuelas de 1,5 milímetros de espesor, frito a 160°C), es el tratamiento que

presenta el mayor porcentaje de aceptación (80%); seguido del T2 (hojuelas de 1,5 milímetros de espesor, frito a 150°C) y del T5 (hojuelas de 2,00 milímetros de espesor, frito a 150°C); que obtuvieron el 76 y 64.8% de aceptación respectivamente. Estos resultados indican que los tratamientos T1(hojuelas de 1.5 milímetros de espesor frito a 140°C), T4 (hojuelas de 2.0 milímetros de espesor frito a 140°C) y T6 (hojuelas de 2.0 milímetros de espesor frito a 160°C) son lo más aceptados por el olor que presento el producto final.

Por otro lado, los tratamientos T1(hojuelas de 1.5 milímetros de espesor frito a 140°C), T4 (hojuelas de 2.0 milímetros de espesor frito a 140°C), T6 (hojuelas de 2.0 milímetros de espesor frito a 160°C), T7 (hojuelas de 2.5 milímetros de espesor frito a 140°C), T8(hojuelas de 2.5 milímetros de espesor frito a 150°C) y T9 (hojuelas de 2.5 milímetros de espesor frito a 160°C) presentaron un porcentaje de aceptación que oscila entre el 1.5 y 33%. Este resultado indica, que estos tratamientos fueron los menos atractivos debido al olor que presentaron las hojuelas en el producto final.

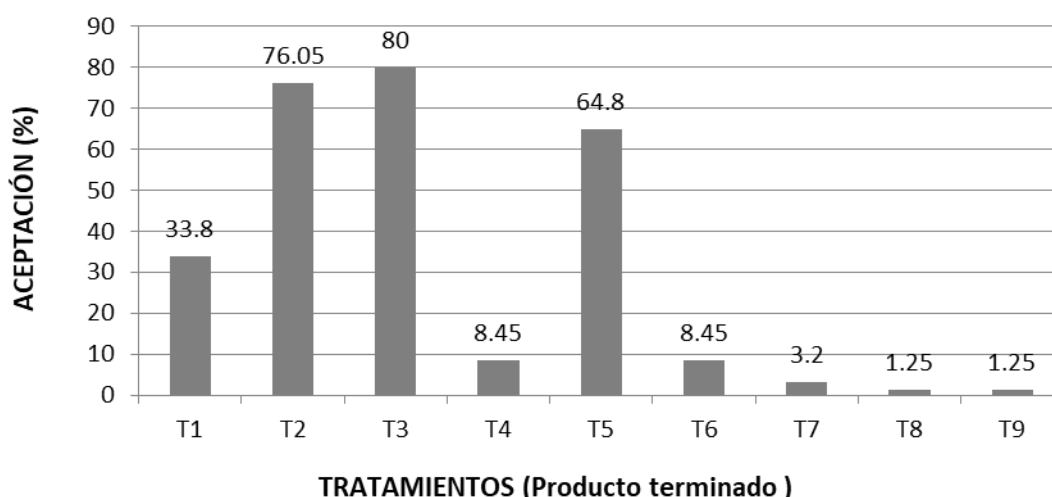


Figura 6. Porcentaje de aceptación del producto terminado en base al olor.

La figura 6 presenta que el T3 (hojuelas de 1,5 milímetros de espesor, frito a 160°C), es el tratamiento que presenta el mayor porcentaje de aceptación (80%); seguido del T2 (hojuelas de 1,5 milímetros de espesor, frito a 150°C) y del T5 (hojuelas de 2,00 milímetros de espesor, frito a 150°C); que obtuvieron el 76 y 64.8% de aceptación respectivamente.

4.3.3. Sabor

La prueba de aceptabilidad para el sabor (Figura 7), indica que el T2 (hojuelas de 1,5 milímetros de espesor, frito a 150°C), es el tratamiento que presenta el mayor porcentaje de aceptación (80%); seguido del T3 (snack de 1,5 milímetros de espesor, frito a 160°C) y del T5 (2,00 milímetros de espesor, frito a 150°C); que obtuvieron ambos el 68.45 y 61% de aceptación respectivamente. Estos resultados indican que los tratamientos T2, T3 y T5 son lo más aceptados por el sabor que presento el producto final.

Por otro lado, los tratamientos T1(hojuelas de 1.5 mm frito a 140°C), T4 (hojuelas de 2.0 mm frito a 140°C), T6 (hojuelas de 2.0 mm frito a 160°C), T7 (hojuelas de 2.5 mm frito a 140°C), T8(hojuelas de 2.5 mm frito a 150°C) y T9 (hojuelas de 2.5 mm frito a 160°C), presentaron un porcentaje de aceptación que oscila entre el 0 y 33%. Este resultado indica, que estos tratamientos fueron los menos atractivos debido al sabor que presentaron las hojuelas en el producto final.

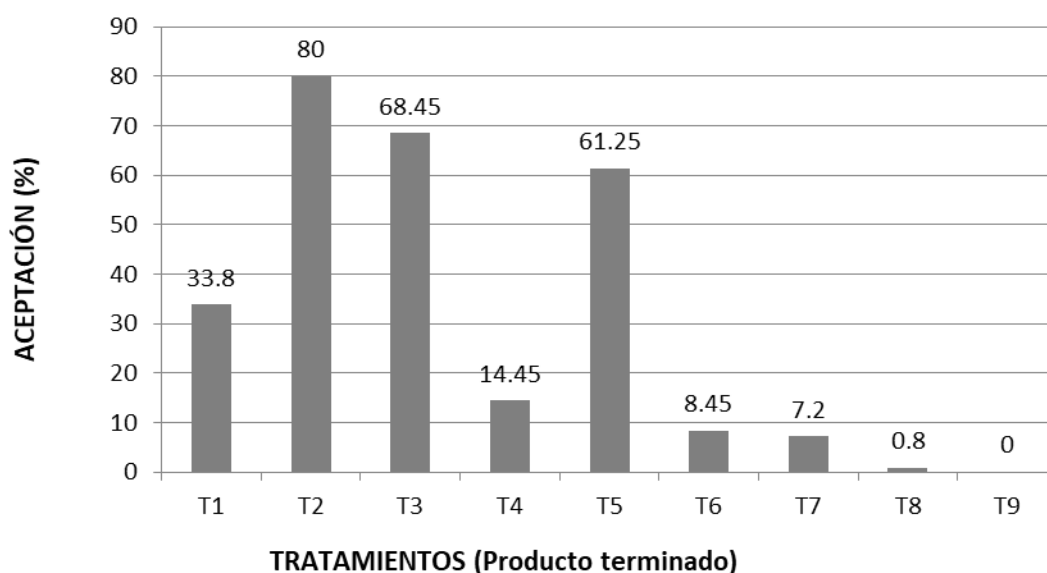


Figura 7. Porcentaje de aceptación del producto terminado en base al sabor.

En la figura 7 observamos que el tratamiento T2 (hojuelas de 1,5 milímetros de espesor, frito a 150°C), ocupa un primer lugar con un 80% seguido del T3 (snack de 1,5 milímetros de espesor, frito a 160°C) y del T5 (2,00 milímetros de espesor, frito a 150°C); que obtuvieron ambos el 68.45 y 61% de aceptación respectivamente

4.3.4. Crocantes.

La prueba de aceptabilidad para la crocantes (Figura 8), indica que el T1 (hojuelas de 1,5 milímetros de espesor, frito a 140°C), es el tratamiento que presenta el mayor porcentaje de aceptación (80%); seguido del T2 (hojuelas de 1,5 milímetros de espesor, frito a 150°C), T3 (1,5 milímetros de espesor, frito a 160°C), y del T5 (2 milímetros de espesor, frito a 150°C); que obtuvieron 68, 61, y 54% de aceptación respectivamente. Estos resultados indican que los tratamientos T1, T2, T3 y T5 fueron lo más aceptados por la crocantes que presento el producto final.

Por otro lado, los tratamientos T4, T6, T7, T8 y T9 presentaron un porcentaje de aceptación que oscila entre el 0 y 14%. Este resultado indica, que estos tratamientos fueron los menos atractivos debido a los crocantes que presentaron las hojuelas en el producto final.

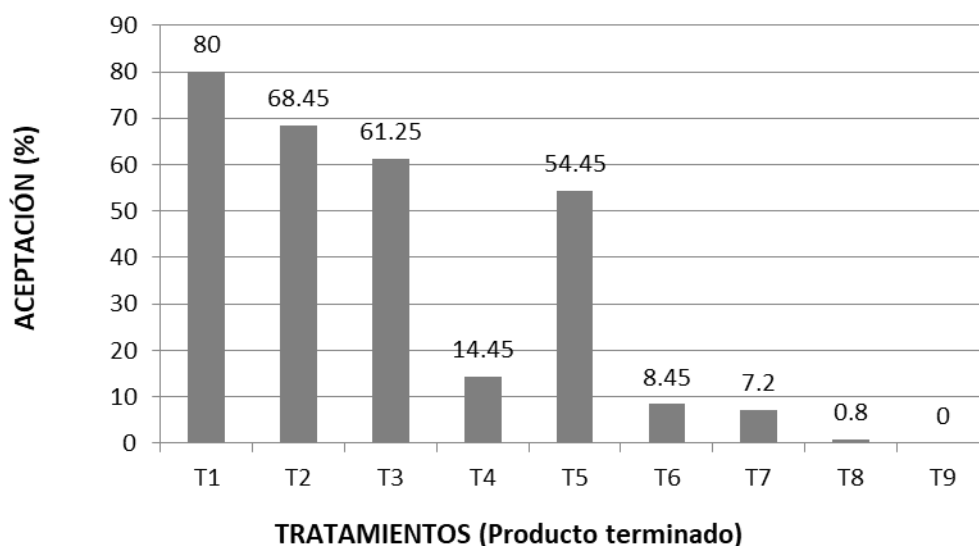


Figura 8. Porcentaje de aceptación del producto terminado en base a la crocantes.

En la figura 7 observamos que el tratamiento que el T1 (hojuelas de 1,5 milímetros de espesor, frito a 140°C), es el tratamiento que presenta el mayor porcentaje de aceptación (80%); seguido del T2 (hojuelas de 1,5 milímetros de espesor, frito a 150°C), T3 (1,5 milímetros de espesor, frito a 160°C), y del T5 (2 milímetros de espesor, frito a 150°C); que obtuvieron 68, 61, y 54% de aceptación respectivamente

CAPITULO V

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

De acuerdo a los a los resultados obtenidos en la investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

- La temperatura y el espesor de las hojuelas de arracacha actúan independientemente en el rendimiento de la hojuela.
- Se encontró mayor rendimiento de hojuelas (338 g) con la temperatura de 150°C y un espesor de 1.5 mm.
- Se determinó que la menor cantidad de aceite consumido (74.39 ml), está dado por la combinación de hojuelas con el tratamiento 4 (hojuelas de 2 mm de espesor con una temperatura de fritura de 140°C) y la mayor cantidad de aceite consumido (85.98 ml), está dado por la combinación de hojuelas de 2.5 mm de espesor con una temperatura de fritura de 160°C.
- El análisis sensorial de las hojuelas determinó un 20% (T2) en la apariencia, un 80% (T3); para el sabor destacó el T2 con 80%. En la crocancia fue el T1 (80%), T2 (68%) y el T3 (61%). En casi todas las pruebas el T2 (1.5 milímetros de espesor a 150°C) es el más aceptado por los panelistas, excepto en la crocancia.

5.2. RECOMENDACIONES:

- Se recomienda realizar un análisis de las hojuelas y consumo de aceite con dos o más variedades a fin de evaluar los resultados
- Se recomienda realizar las hojuelas teniendo en cuenta diferentes tiempos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baldeón, MT. 2008. Estudio de la Factibilidad para Industrialización y Comercialización de la Harina de Arracacha. Tesis Ing. Ind. Lima, PE, Facultad de Ingeniería, Universidad Ricardo Palma, Lima PE. (En línea). Consultado 20 de set. 2014. Disponible en: http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/185/1/baldeon_mt.pdf
- Bustamante, P. 1994. Melhoramento de batata-baroa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft): Biología Floral, obtención y caracterización de clones, correlaciones fenotípicas e de ambiente, Tese Mestrado. 92 p.
- Centro Internacional de la Papa (CIP). 1992. Proyecto de conservación, evaluación y utilización de la biodiversidad de las raíces y tubérculos andinos. Lima. PE
- Gutiérrez, A. 2011. Nueva aparcería en la producción de arracacha (*arracacia xanthorrhiza*) en Cajamarca (Colombia). En Cuad. Desarro. Rural. 8 (67): 205 - 228.
- Hlatky, A; Romero, F. 1988. Descripción agronómica del cultivo de zanahoria blanca. VI Congreso internacional sobre cultivos andinos. Quito
- Hermann, M. 1992. Raíces y tubérculos andinos. Prioridades de Investigación para un recurso alimentario propuesto. Centro Internacional de la Papa. Lima. PE. 36 p.
- Higuera, MW; Prado, RA. 2013. Determinación de los Parámetros Óptimos de Proceso para la Elaboración de Snacks a partir de la Zanahoria Blanca (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). Tesis Ing. Agroindustrial. Ibarra, Ec, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ec. Disponible en <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3452/1/03%20EIA%20337%20TESIS.pdf>
- Hurtado J; Rodríguez G; Dufour D. 1997. Procesamiento de la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*): Estudio de factibilidad técnica y económica para la producción de almidón y harina y de sus propiedades fisicoquímicas. En Seminario técnico sobre raíces y tubérculos autóctonos. Ibagué - Colombia. 26 p.
- Julio, E; Robles, A; Julca H. 2006. Arracacha (*arracacia xanthorrhiza bancroft*). Trujillo, PE. Gobierno Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente. Disponible en: [file:///C:/Users/carlos/Documents/papa%20criolla/chifles/arracacha%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/carlos/Documents/papa%20criolla/chifles/arracacha%20(2).pdf)
- Jimenez, F. 2005. Características nutricionales de la arracacha (*Arracacia Xanthorrhiza*) y sus perspectivas en la alimentación. Lima. PE, disponible en: http://www.faviolajimenez.com/wp-content/uploads/2012/08/001_arracacha.pdf

Mujica, A. 1990. La arracacha en el Perú. Programa de investigación de cultivos andinos. Instituto nacional de investigación agraria y agroindustrial. Puno. PE

Rea, J. 1984. *Arracacia xanthorrhiza* en los países andinos de Sudamérica. IV Congreso internacional de cultivos andinos. Nariño.

Seminario, J. 1986. Inventario de los cultivos andinos en Cajamarca. Universidad Nacional del Altiplano CORDEPUNO INIPA. CIPA XV, Puno (Perú) Anales 5. Congreso internacional de sistemas agropecuarios andinos.

Seminario, Juan. 1999. Aspectos socioeconómicos y arte de la Arracacha en Sucse (Sócota, Cutervo), departamento de Cajamarca, Perú. CONDESAN-Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. 3 p.

Tapia, M.E. Cultivos andinos sub explotados y su aporte a la alimentación. FAO: Oficina Regional para América Latina y el Caribe, 1990. 205 p.

Tapia, ME; Fries, AM. 2007. Guía de Campo de los Cultivos Andinos. FAO y ANPE. Lima, Perú.

Brown, C.A., Harmon, B.G., Zhao, T., and Doyle, M.P. 1997. Experimental *Escherichia coli* O157:H7 carriage in calves. *Appl. Environ. Microbiol.* 63: 27–32.

El Manual Merk de Diagnóstico y Tratamiento. Harcourt. 10º Edición. 1999.

Doyle, M.P., Beuchat, L.R., y Montville, T. J. 2000. Principios que influyen en el crecimiento, la supervivencia y la muerte microbiana. En: *Microbiología de los alimentos. Fundamentos y Fronteras.*, Ed. S.A. Acribia. Zaragoza, España. 13-30

ANEXOS

Tabla 12. Peso del snack (gr) de arracacha después de la fritura.

Espesor	1.5			2			2.5		
	140	150	160	140	150	160	140	150	160
1	336	325	340	331	326	336	330	308	326
2	322	346	340	339	336	346	325	324	325
3	320	352	320	350	308	326	340	333	340
4	340	330	325	320	328	330	310	313	310
Total	1318	1352	1325	1352	1298	1338	1305	1278	1301
Promedio	330	338	331	335	325	335	326	319	325

Tabla 13. Disminución del volumen total de aceite en (ml) posterior en la fritura.

Espesor	1.5			2			2.5		
	140	150	160	140	150	160	140	150	160
1	77.44	80.26	67.12	66.16	80.26	90.6	78.38	82.14	84.96
2	82.14	78.45	72.76	73.68	78.38	86.84	84.96	84.08	87.78
3	79.32	78.36	82.13	75.56	72.34	86.84	84.96	84.02	84.96
4	78.38	78.22	82.14	82.14	78.38	78.22	82.14	82.14	86.2
Total	317.3	315.3	304.2	297.5	309.4	342.5	330.4	332.3	343.9
Promedio	79.32	78.82	76.04	74.39	77.34	85.63	82.61	83.08	85.98

HOJA PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS.

“DETERMINACION LA TEMPERATURA DE FRITURA EN DIFERENTES ESPESORES DE ARRACACHA (*Arracacia xanthorrhiza bancroft*) PARA OBTENER SNAKCS.”

INSTRUCCIONES.

Sírvase evaluar cada muestra, marque con una x en los atributos que usted crea que este correcto basándose en la siguiente información:

APARIENCIA: Se considerará todo lo se observa a primera vista del alimento, como: tamaño, uniformidad y cero presencia de defectos.

OLOR: El olor debe ser característico de la materia prima.

SABOR: Debe ser característico de la materia prima.

CROCANCIA: La crocantes se evaluará al morder el producto con los incisivos y estimando la intensidad de la fuerza requerida para deformar la muestra.

FECHA:

NÚMERO DE CATADOR:

		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
APARIENCIA	GUSTA									
	GUSTA POCO									
	NO GUSTA									
OLOR	AGRADABLE									
	POCO AGRADABLE									
	DESAGRADABLE									
SABOR	GUSTA									
	GUSTA POCO									
	NO GUSTA									
CROCANCIA	CROCANTE									
	NO CROCANTE									

OBSERVACIONES:



Figura 8. Pesado de la materia prima (arracacha).



Figura 9. Lavado de la materia prima (arracacha).



Figura 10. Pelado de la materia prima (arracacha).



Figura 11. Rebanado de la materia prima (arracacha).



Figura 12. Arracacha en diferentes espesores.



Figura 13. Proceso de fritura para la obtención del Snack de arracacha.



Figura 14. Proceso de envasado del Snack de arracacha.



Figura 15. Proceso de sellado del Snack de arracacha.

Tabla 11. Análisis Microbiológico del producto con mejor rendimiento.

Muestra	Repeticiones	<i>Bacterias aerobias mesofilas (UFC/g)</i>	<i>Coliformes totales (NMP/g)</i>	<i>Coliformes fecales (NMP/g)</i>	<i>Salmonella (UFC/g)</i>	<i>Bacillus cereus (UFC/g)</i>	<i>Levaduras (UFC/g)</i>	<i>Hongos (UFC/g)</i>
MUESTRA 1	M1-A	12 x10	4	< 0.03	Ausencia	Ausencia	Ausencia	1
	M1-B	8 x10	7	< 0.03	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	M1-C	11 x10	3	< 0.03	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	M1-D	Ausencia	Ausencia	< 0.03	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
MUESTRA 2	M2-A	9 x10	4	< 0.03	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	M2-B	6 x10	7	< 0.03	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	M2-C	8 x10	3	< 0.03	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	M2-D	4 x10	3	< 0.03	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
MUESTRA 3	M3-A	6 x10	Ausencia	< 0.03	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	M3-B	10 x10	3	< 0.03	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	M3-C	16 x10	3	< 0.03	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	M3-D	13 x10	Ausencia	< 0.03	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
MUESTRA 4	M4-A	12 x10	Ausencia	< 0.03	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	M4-B	15 x10	3	< 0.03	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	M4-C	9 x10	3	< 0.03	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	M4-D	12 x10	4	< 0.03	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia