

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“UTILIZACIÓN DE LA HOJA DE YUCA (*Manihot esculenta*)
COMO SUCEDANEO EN LA ELABORACION DE FIDEOS
TIPO TALLARINES, EN LA REGIÓN DE UCAYALI”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

RAYZA GERALDINE FACHIN TORRES

Pucallpa – Perú
2018

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Calificador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito parcial para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Dr. Carlos Alberto Ramírez Chumbe

.....
Presidente

Dr. Héctor José Quispe Cerna

.....
Secretario

Ing. Glendy Sánchez Sunción

.....
Miembro

Ing. M.Sc. Edgar Vicente Santa Cruz

.....
Asesor

Ing. Cristina Elena Quiñones Ruiz

.....
Co-Asesor

Bach. Rayza Geraldine Fachin Torres

.....
Tesisista

**REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS**

Yo,

Autor de la TESIS titulada:

Sustentada el año: _____

Con la asesoría de: _____

En la Facultad:

Escuela Profesional de: _____

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas.

Tercero: Autorizo la publicación,

Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio)

Parcial (significa que solo la caratula, la dedicatoria y el resumen en PDF será compartido en el repositorio)

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: ____ / ____ / _____

Email: _____ Firma: _____

Teléfono: _____ DNI: _____

DEDICATORIA.

A Dios.

El presente trabajo de investigación está dedicado con todo mi amor a Dios todopoderoso, mi Padre Eterno, mi Salvador, al Rey de los cielos eternamente y para siempre, por su amor eterno, su misericordia y por su gracia que me sostiene día a día. A Jehová sea el reino, el poder, la gloria y la honra por siempre, por todos los siglos.

A mis Padres.

Dedico este trabajo de investigación con mucho cariño a mi padre Carlos Enrique Fachin Mattos y a mi madre Eldalaine Torres Vargas por el gran amor que me tienen, por el apoyo que día a día me brindan, por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracteriza.

AGRADECIMIENTO.

Agradezco profundamente a Dios por estar conmigo siempre, por cuidarme en cada momento guardándome como a la niña de sus ojos, por guiarme siempre a través de su palabra. Gracias mi Dios por mostrarme tu infinito y maravilloso amor por medio de Jesús y la cruz, por ser mi luz y mi salvación, a quién confío y amo con todo mi corazón.

Agradezco a mis padres, Carlos Enrique Fachin Mattos y Eldalaine Torres Vargas y a mis hermanos Raúl y Valery por estar conmigo apoyándome en todo momento, por sus palabras de apoyo y consejos, por la paciencia y el amor que día a día me brindan.

A mis amigos Jose Saavedra, Dylan Loardo, Joao Flores, Karol Flores, Camery Maguiña, Yoid Granados, Almendra Góngora, por haberme apoyado en cada momento, por sus consejos, por sus palabras de motivación y porque están conmigo en las buenas y en las malas.

Al Ing. M.Sc. Edgar Vicente Santa Cruz y a la Ing. Cristina Elena Quiñones Ruiz, por su paciencia y dedicación durante el desarrollo de este proyecto de investigación. Al señor Lindolfiz Luna Beretta y al señor Roberto Tuesta, por brindarme la posibilidad de realizar este trabajo de investigación en la planta y en el laboratorio de química respectivamente. Y a todas las personas que formaron parte de manera directa o indirecta en este trabajo de investigación.

ÍNDICE.

| | |
|---|-----------|
| RESUMEN..... | viii |
| ABSTRACT | ix |
| LISTAS DE CUADROS..... | x |
| LISTAS DE FIGURAS..... | xi |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 2 |
| 2.1. ANTECEDENTES | 2 |
| 2.2. GENERALIDADES DE LA YUCA..... | 3 |
| 2.2.1. Clasificación taxonómica | 4 |
| 2.3. HOJA DE YUCA..... | 5 |
| 2.3.1. Importancia de la hoja de yuca..... | 5 |
| 2.3.2. Composición nutricional de las hojas de yuca | 6 |
| 2.3.3. Estudios realizados con las hojas de yuca | 7 |
| 2.3.4. Uso de la hoja de yuca en la alimentación | 7 |
| 2.3.5. Beneficios del consumo de la hoja de yuca..... | 7 |
| 2.4. TRIGO..... | 8 |
| 2.4.1. Importancia..... | 8 |
| 2.4.2. Propiedades del trigo..... | 8 |
| 2.4.3. Valor nutricional..... | 9 |
| 2.5. HARINA DE TRIGO | 9 |
| 2.5.1. Factores de calidad | 9 |
| 2.6. FIDEOS..... | 10 |
| 2.6.1. Clasificación de las pastas alimenticias..... | 10 |
| 2.6.2. Valor nutricional de la pasta | 11 |
| 2.6.3. El proceso de las pastas a nivel industrial | 11 |
| 2.6.4. Calidad del fideo..... | 12 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | 18 |
| 3.1. UBICACIÓN DEL ESTUDIO | 18 |
| 3.2. MATERIALES | 18 |
| 3.2.1. Materias primas..... | 18 |
| 3.2.2. Insumos..... | 18 |
| 3.2.3. Materiales..... | 18 |
| 3.2.4. Máquinas..... | 19 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2.5. Equipos..... | 19 |
| 3.2.6. Reactivos..... | 20 |
| 3.3. METODOLOGÍA..... | 21 |
| 3.3.1. Elaboración de harina de hoja de yuca | 21 |
| 3.3.2. Elaboración de fideos tipo tallarines utilizando como sucedáneo harina de hoja de yuca..... | 23 |
| 3.3.3. Evaluación organoléptica..... | 25 |
| 3.3.4. Análisis fisicoquímico y microbiológico | 26 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES | 28 |
| 4.1. Evaluación sensorial de los fideos | 28 |
| 4.2. Análisis químico proximal de los fideos..... | 29 |
| 4.3. Evaluación física de los fideos | 30 |
| 4.3.1. Curva de secado de los fideos | 30 |
| 4.3.2. Tiempo de cocción | 31 |
| 4.3.3. Hinchamiento..... | 32 |
| 4.3.4. Peso y dimensiones (Espesor, anchura, longitud)..... | 32 |
| 4.4. Evaluación microbiológica..... | 33 |
| V. CONCLUSIONES | 34 |
| VI. RECOMENDACIONES | 35 |
| VII. LITERATURA CITADA | 36 |
| VIII. ANEXO | 40 |

RESUMEN.

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la Universidad Nacional de Ucayali siendo el propósito la elaboración de fideos tipo tallarín utilizando harina de hoja de yuca como sucedáneo. Consistió en la elaboración de cuatro (4) tratamientos, T₀ fideos con 100% de harina de trigo, T₁ fideos con 95% de harina de trigo y 5% de harina de hoja de yuca, T₂ fideos con 93% de harina de trigo y 7% de harina de hoja de yuca y T₃ fideos con 90% de harina de trigo y 10% de harina de hoja de yuca, realizando la evaluación sensorial, análisis químico proximal y las características físicas.

Los fideos tipo tallarines estuvieron dentro de los parámetros de humedad de acuerdo al Codex Stan 249 – 2006. El tiempo de cocción y el porcentaje de hinchamiento son directamente proporcionales a la sustitución de la harina de trigo por la harina de hoja de yuca. El tratamiento que mostró mayor aceptabilidad en los atributos de aroma, color, sabor y textura evaluados sensorialmente es el T₂ (fideo tipo tallarín con 93% de harina de trigo y 7% harina de hoja de yuca), su composición nutricional se fortaleció en grasa 1.03%, proteína 13.01% y fibra 3.9% con respecto al tratamiento testigo (grasa 0.41%, proteína 12.39% y fibra 0.81%).

Palabras claves: Harina de hoja de yuca, fideo tipo tallarines, sucedáneo, secado.

ABSTRACT.

The present research work was developed in the National University of Ucayali, the purpose being the elaboration of noodle type noodles using cassava leaf flour as a substitute. It consisted in the elaboration of 4 treatments, T0 noodles with 100% wheat flour, T1 noodles with 95% wheat flour and 5% cassava leaf flour, T2 noodles with 93% wheat flour and 7% cassava leaf meal and T3 noodles with 90% wheat flour and 10% cassava leaf meal, performing sensory evaluation, proximal chemical analysis and physical characteristics.

The noodle noodles were within the humidity parameters according to Codex Stan 249 - 2006. The cooking time and the percentage of swelling are directly proportional to the substitution of wheat flour for cassava leaf meal. The treatment that showed greater acceptability in the attributes of aroma, color, taste and texture sensory evaluated is T2 (noodle type noodle with 93% wheat flour and 7% cassava leaf flour), its nutritional composition was fortified in fat 1.03%, protein 13.01% and fiber 3.9% with respect to the control treatment (0.41% fat, 12.39% protein and 0.81% fiber)

Key words: Yucca leaf meal, tagliatelle video, substitute, drying.

LISTAS DE CUADROS.

En el texto:

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Clasificación Taxonómica de la Yuca | 4 |
| Cuadro 2. Contenido de nutrientes en hojas de yuca. | 6 |
| Cuadro 3. Valor nutricional del grano del trigo | 9 |
| Cuadro 4. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos en fideos o pastas desecadas con o sin relleno (v.6). | 17 |
| Cuadro 5. Resumen del test de Friedman. | 28 |
| Cuadro 6. Media de rango del atributo sabor..... | 29 |
| Cuadro 7. Resultados químico proximal de los tratamientos. | 29 |
| Cuadro 8. Materia seca y humedad final de los fideos..... | 31 |
| Cuadro 9. Promedio del porcentaje de hinchamiento de los fideos. | 32 |
| Cuadro 10. Promedio de la estructura físicas de los fideos. | 32 |
| Cuadro 11. Evaluación microbiológica de los tratamientos..... | 33 |

En el anexo:

| | |
|--|----|
| Cuadro 12A. Características de secado del tratamiento 0. | 54 |
| Cuadro 13A. Características de secado del tratamiento 1. | 54 |
| Cuadro 14A. Características de secado del tratamiento 2. | 55 |
| Cuadro 15A. Características de secado del tratamiento 3. | 55 |
| Cuadro 16A. Porcentaje de hinchamiento de los fideos..... | 56 |
| Cuadro 17A. Características de la estructura físicas de los fideos. | 56 |
| Cuadro 18A. Norma Sanitaria (NTS N° 071)..... | 57 |
| Cuadro 19A. Balance de materia de la elaboración de harina de hoja de yuca. | 58 |
| Cuadro 20A. Balance de materia de los fideos tipo tallarines con sustitución . | 59 |
| Cuadro 21A. Base de datos de la evaluación sensorial de los fideos tipo tallarín..... | 1 |

LISTAS DE FIGURAS.

En el texto:

| | |
|--|----|
| Figura 1. Diagrama de bloques de la elaboración de harina de hoja de yuca... | 21 |
| Figura 2. Diagrama de bloques de la elaboración de fideos tipo tallarines utilizando harina de hoja de yuca..... | 23 |
| Figura 3. Evaluación sensorial de los tratamientos..... | 28 |
| Figura 4. Curva de secado de los fideos..... | 30 |

En el anexo:

| | |
|---|----|
| Figura 5A. Plantación de Hoja de yuca..... | 41 |
| Figura 6A. Cosechando hoja de yuca del Caserío “Agua Blanca”..... | 41 |
| Figura 7A. Recepción de la hoja..... | 41 |
| Figura 8A. Selección de la hoja..... | 41 |
| Figura 9A. Lavado y desinfectado..... | 41 |
| Figura 10A. Deshidratado..... | 41 |
| Figura 11A. Molienda..... | 42 |
| Figura 12A. Tamizado..... | 42 |
| Figura 13A. Envasado..... | 42 |
| Figura 14A. Materia Prima..... | 43 |
| Figura 15A. Mezclado..... | 43 |
| Figura 16A. Laminado..... | 43 |
| Figura 17A. Trefilado..... | 43 |
| Figura 18A. Secado del producto final..... | 43 |
| Figura 19A. Evaluación sensorial de los fideos tipo tallarines..... | 44 |
| Figura 20A. Cocción de los fideos..... | 44 |
| Figura 21A. Medición de las dimensiones del fideo..... | 44 |

I. INTRODUCCIÓN.

La yuca es uno de los principales tubérculos con mayor producción y consumo entre los pobladores de la Amazonía como en la región de Ucayali debido al aporte energético, al bajo costo y el fácil acceso al consumidor. Su aprovechamiento es masivo en el campo y se consume como yuca sancochada; bebidas como el masato, o derivados como la harina, fariña, almidón, entre otros. En la región se cosechó 929 hectáreas de yuca hasta el periodo de marzo en el año 2016, esto brinda un total de producción de 11 927 toneladas de yuca con un rendimiento de 12 881 kg/ha de materia prima (MINAGRI, 2016).

De toda la planta de la yuca, se aprovecha mayormente al tubérculo, y muy escasamente a las hojas, ya que sólo se las utiliza como material para embalaje, en la alimentación de cerdos y aves y muy raramente para el consumo humano. Sin embargo las hojas de la planta de yuca en su estado tierno contienen nutrientes digeribles por el ser humano como: proteínas, grasas, carbohidratos, entre otros (Rodriguez y Young, 2017).

Por estas características que presenta las hojas tiernas de la planta de yuca es importante darles valor agregado mediante la incorporación como sucedáneo de la harina de trigo a través de los fideos tipo tallarines, que es un producto de consumo masivo en la población y de fácil preparación.

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo establecer el nivel de sustitución de harina de hoja de yuca como sucedáneo de la harina de trigo en la elaboración de fideos tipo tallarines, mediante la evaluación sensorial y análisis fisicoquímicos del producto.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. ANTECEDENTES.

Según Cieza, K. (2017), en su investigación denominada “Elaboración de fideos tipo tallarines con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por harina de frijol variedad ucalino (*Phaseolus vulgaris* L.)”, concluye que el porcentaje de sustitución óptimo para elaborar fideos tipo tallarines con harina de frijol ucalino es hasta el 20% por poseer características físicas y sensoriales aceptables por el consumidor.

Según Rodríguez y Young (2017), en su investigación titulada “Elaboración de fideos utilizando la almendra de *Theobroma bicolor* (Macambo) como sustituto parcial de la harina de trigo”, realizaron fideos con 25%, 30% y 35% de sustitución parcial, y concluyen que los fideos contienen un alto valor energético ya que poseen niveles altos de proteína, carbohidratos, calorías, grasas y minerales, siendo ricos en fibra, fósforo y potasio.

Según Zumaeta y Gonzales (2014), en su trabajo de investigación donde evalúa la aceptabilidad de la pasta de hoja de yuca utilizado en distintos productos alimenticios de consumo directo, llega a la conclusión en sus diversos tratamientos que los productos presentan un elevado valor nutricional y todos ellos son aptos para consumo humano.

Según Yanqui, C. (2013), en su trabajo de investigación de elaboración de fideos fortificados con harina, proteína concentrada y proteína aislada de soya (*Glycine max.*) además utilizó saborizantes naturales como: zanahoria (*Daucus*

carota l.), y espinaca (*Spinaceae oleracea*). Finalmente en su trabajo concluyó mediante las evaluaciones organolépticas que el mejor tratamiento es el fideo de 8% de proteína aislada de soya y 2% de harina de espinaca, además que presenta un contenido nutricional apto para el consumo humano.

Alvarado, U. (2010), en su trabajo de investigación denominado “Elaboración de fideos precocidos a partir de harina de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Allen) como sustituto parcial de la harina de Trigo (*Triticum vulgare*), concluye que según la evaluación sensorial se puede sustituir hasta 20% de harina de cañihua por la harina de trigo en la elaboración de fideos, y que este presenta mejores características nutricionales comparado con el fideo convencional.

Según Giraldo (2006), en la investigación concluye que el nivel máximo de uso de harina de hoja de yuca en el consumo humano es del diez por ciento ya que presenta digestibilidad mayor que la sustitución del veinte por ciento. La inclusión de harina de hojas de yuca hace un buen aporte nutricional en la elaboración de otros alimentos en cuanto a niveles de proteína, vitaminas y minerales.

2.2. GENERALIDADES DE LA YUCA.

La yuca junto con el maíz, la caña de azúcar y el arroz, constituyen las fuentes de energía más importantes en las regiones tropicales del mundo. Originaria de América del Sur (Olsen y Schaal, 2001).

El origen de la yuca y el sitio donde tuvo lugar su domesticación aún no ha sido establecido definitivamente. A pesar de que se ha sugerido que la yuca se habría originado en lugares tan diversos como África, Asia, Islas del pacífico, Mesoamérica y América del Sur (Renvoize, 1973). Numerosas evidencias apuntan a que el área de domesticación de la yuca comprende una vasta región desde México hasta Brasil. Esta especie se habría cultivado desde hace, por lo menos, 5000 años (Simmonds, 1976).

2.2.1. Clasificación taxonómica.

Según Montaldo (1985); la clasificación taxonómica de la yuca es la siguiente:

Cuadro 1. Clasificación Taxonómica de la Yuca

| | |
|-------------------|--------------------------|
| División | Phanerogamas |
| Subdivisión | Angiospermas |
| Clase | Dicotiledoneas |
| Orden | Geraniales |
| Suborden | Tricoccae |
| Familia | Euphorbiaceae |
| Subfamilia | Crotonidae |
| Tribu | Manihoteae |
| Género | Manihot |
| Especie | Esculenta |
| Nombre Científico | Manihot esculenta Crantz |

Fuente. Montaldo (1985).

La yuca es parte de la familia Euphorbiaceae, está constituida por más de 7200 especies que se caracterizan por el desarrollo de los vasos laticíferos, compuestos por células secretoras llamadas galactocitos. Esto es lo que produce la secreción lechosa que caracteriza a las plantas de esta familia. También representan a esta familia numerosas malezas, plantas ornamentales

y otras de valor medicinal. Un género muy importante de esta familia es *Manihot*, al que pertenece la yuca, y se encuentra distribuido desde el sureste de Estados Unidos hasta Argentina. Naturalmente, sólo se encuentran especies del género *Manihot* en las Américas (Ospina y Ceballos, 2002).

2.3. HOJA DE YUCA.

Las hojas de yuca son un producto que ha sido subutilizado en el cultivo de yuca. Actualmente se usan principalmente en la elaboración de productos para alimentación animal, en especial de rumiantes, ya que actúan como fuente de proteína sobrepasante, pues ésta pasa al intestino y es digerida por el animal y no es consumida por las bacterias ruminales (Giraldo, 2006).

De la planta de yuca, las hojas son un subproducto que tiene un valor nutricional con una fracción másica de 10,9% de cenizas, 6,8% de grasa, 22,7% de proteína, y 11% de fibra con una humedad base de 7,80%. (Gonzales, 1973).

2.3.1. Importancia de la hoja de yuca.

Las hojas de la yuca son importantes ya que presentan características nutricionales y virtudes que pueden llegar a ser revolucionarias en el mundo de la alimentación y la salud. Su alto contenido nutricional dada la presencia de sus 18 aminoácidos esenciales, las convierte en un alimento mejor que la quinua, la kiwicha y la soya. Contiene minerales como hierro, calcio, potasio, fósforo, magnesio, cobre y zinc, que es uno de los más importantes en la alimentación humana, también alto contenido de beta carotenos y vitaminas A, B1, B2, B6, B12 y C. Posee vitaminas como la niacina que es un depurativo y desintoxicante poderoso, el ácido fólico que es una

poderosa vitamina antianémica y además contiene ácido pantoténico que tiene como función evitar que los tejidos de la piel se deteriore (AyS, 2004).

2.3.2. Composición nutricional de las hojas de yuca.

La hoja en su composición tiene 77% de agua, 1,2% de grasa, 13,3% de carbohidratos solubles, 8,2% de proteína cruda, 2,2% de fibra cruda en base húmeda y se ha considerado como uno de los vegetales verdes con mayor concentración proteína (Necochea, 2002).

De acuerdo a los nutrientes requeridos, la parte de la planta que se use determina su composición, por ejemplo; si sólo se utiliza lámina foliar, el contenido de proteína sería de 23 – 28% en base seca, pero si se incluyen los pecíolos y las ramas verdes apicales el contenido se reduciría de 18 – 21%, una relación inversa se apreciaría en el contenido de fibra que suele ser alrededor de 9% para lámina foliar, pero que aumenta a 20 – 25% cuando se incorpora toda la parte superior de la planta (Domínguez, 1981).

Cuadro 2. Contenido de nutrientes en hojas de yuca.

| Nutrientes | Hojas | Hojas y pecíolos | Hojas, pecíolos y tallos |
|-------------------|--------------|-------------------------|---------------------------------|
| Proteína | 22,7 | 21,6 | 20,2 |
| Cenizas | 10,9 | 9,8 | 8,5 |
| Grasa | 6,8 | 6,3 | 5,3 |
| Fibra | 11 | 11,6 | 15,2 |
| Humedad | 7,80 | 9,00 | 7,60 |

Fuente: Buitrago y Gil (2002).

2.3.3. Estudios realizados con las hojas de yuca.

Las hojas de yuca han sido utilizadas en distintas regiones de Brasil y Nueva Zelanda, estas personas tomaban las hojas de la planta y realizaban un proceso artesanal que resulta bastante sencillo; ellos recogían las hojas, posteriormente las lavaban, machacaban para suavizarlas, las hervían y las incluían en sus comidas.

En estudios realizados se encontró que antiguamente las personas que consumían las hojas de yuca no presentaban enfermedades como el cáncer de próstata, cáncer de mama, cáncer de ovario, gastritis, diabetes e hipertensión, a diferencia de quienes no la consumían (AyS, 2004).

2.3.4. Uso de la hoja de yuca en la alimentación.

La hoja de yuca es una alternativa para la elaboración de guisos y pastas que pueden ser incorporadas en pequeños trozos o picadas; en países como Tailandia se observó la cantidad y calidad del producto que se desechaba al cosechar las raíces de la planta, por lo tanto se inició la producción de comprimidos de hojas de yucas y retoños tiernos de yuca, como fuente de proteína (Rojanaridpiched, 1977).

2.3.5. Beneficios del consumo de la hoja de yuca.

Se han obtenido también beneficios para problemas gastrointestinales, contaminación por bacterias causantes de la tifoidea, úlceras gástricas, hepatitis, asma, rinitis, deficiencia en el sistema circulatorio, problemas inflamatorios de la próstata, cistitis, artritis, etc. Por lo cual en Perú han sido comercializadas en forma de tabletas para consumo humano y en Brasil se utilizaron en un programa alternativo de alimentación, dirigido por

Clara Brandao, para niños de escasos recursos con deficiencias nutricionales, mostrando excelentes resultados (Brandao y Brandao, 1991).

2.4. TRIGO.

Es conocido que, para la elaboración de pastas, el cereal más apropiado es el trigo por las características que tiene su harina. Las proteínas que contiene la harina de trigo interactúan entre ellas y con los lípidos, para conformar la unión de proteínas con lípidos conocidos como lipoproteínas (gluten), el gluten es una proteína que favorece al aumento de volumen de la masa que previenen la disgregación de la pasta durante la cocción en agua caliente (Granito *et al.*, 2003).

2.4.1. Importancia.

El trigo es uno de los tres granos más ampliamente producidos globalmente junto al maíz y el arroz y es el más ampliamente consumido por el hombre en la civilización occidental desde la antigüedad hasta la actualidad. El grano de trigo es utilizado para ser harina integral sémola, cerveza y una gran variedad de productos alimenticios con propiedades únicas (Olmo, 2009).

2.4.2. Propiedades del trigo.

Es un alimento rico en hidratos de carbono que ayuda obtener mucha energía y su riqueza en fibra le hace ideal para tratar el estreñimiento. El trigo tiene propiedades antioxidantes ya que es ideal una buena fuente de selenio y vitamina E, ideal para personas nerviosas o en periodos de estudio por su aporte en vitamina E (Olmo, 2009).

2.4.3. Valor nutricional.

Cuadro 3. Valor nutricional del grano del trigo

| Nutrientes | % | Aminoácidos | % |
|-------------------|----------|--------------------|----------|
| Carbohidratos | 70,0 | Arginina | 2,08 |
| Proteínas | 16,0 | Lisina | 1,80 |
| Humedad | 10,0 | Leucina | 1,67 |
| Lípidos | 2,0 | Valina | 1,41 |
| Minerales | 2,0 | Fenilalanina | 1,11 |
| | | Isoleucina | 0,97 |
| | | Histidina | 0,64 |
| | | Metionina | 0,46 |

Fuente: www.infoagro.com (2007).

2.5. HARINA DE TRIGO.

En el Codex Alimentarius (1985) indica que los productos elaborados a partir de granos de trigo común, *Triticum aestivum* L., o trigo ramificado, *Triticum compactum* Host., o la combinación de ellos por medio de mezclas y adecuadamente monturados hasta obtener un grado de finura adecuado para la elaboración de productos.

2.5.1. Factores de calidad.

Según el Codex Alimentarius (1985); los factores de calidad en la harina de trigo son los siguientes:

2.5.1.1. Generales.

- La harina de trigo y todos los ingredientes utilizados, deberán estar en condiciones inocuas, libre de sabores y olores extraños, sin insectos vivos y libre de suciedad (impurezas de origen animal, incluidos

insectos muertos), en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana.

2.5.1.2. Específicos.

- Contenido de humedad: 15,5 % m/m máximo. La humedad es más bajo en caso de la duración de transporte y almacenamiento, clima y otros destinos.

- Ingredientes facultativos: La adición de distintos ingredientes en la harina de trigo se utiliza en: productos malteados, fabricado con trigo o cebada; el gluten vital de trigo, harina de soja y harina de leguminosas.

2.6. FIDEOS.

Se denomina pastas alimenticias o fideos a los productos no fermentados obtenidos por el amasado de sémola o harinas de trigo con agua potable, adicionando o no sustancias colorantes, entre otros productos alimenticios (Arqueros, 2009).

2.6.1. Clasificación de las pastas alimenticias.

Según Casanova y Suárez (2011), las pastas alimenticias se clasifican:

2.6.1.1. Por su contenido de humedad.

- Pastas o fideos frescos: Son los fideos que no se han sometido a un proceso de desecación, estas pastas deben presentar un aspecto homogéneo, características organolépticas normales y una humedad de 28%.

- Pastas o fideos secos: Son las pastas que luego de haber concluido el cortado han sido sometidas a un proceso de desecación. No debe exceder de una humedad del 14 %.

2.6.1.2. Por su forma.

- Pastas o fideos largos: Se consideran pastas largas a los fideos cortados a una longitud de 26 a 52 cm. Como por ejemplo, los tallarines, espagueti, fettuccini y otros.

- Pastas o fideos cortos: Dentro de esas pastas existe una gran variedad de figuras y dimensiones, como por ejemplo; lazos, codito, caracoles, conchitas, tornillo macaron, letras, números, animalitos y otros.

2.6.2. Valor nutricional de la pasta.

Guingla y Villacís (2013), nos indica que la pasta es considerada como un alimento saludable siendo relativamente bajo en grasa, alto en carbohidratos y con un buen contenido de proteína. La composición y, por lo tanto, el valor nutritivo de la pasta dependerán de la calidad de las sémolas o harinas y del grado de extracción. Las pastas compuestas o rellenas presentan una composición y un valor nutricional muy variables de acuerdo con los ingredientes utilizados en su elaboración. Los hidratos de carbono (almidón) son los nutrientes más abundantes

2.6.3. El proceso de las pastas a nivel industrial.

Según Zegers (1988), indica que la pastificación se lleva a efecto en una línea continua y automática que trabaja 24 horas diarias. Esta se compone de un silo de alimentación de sémola, una prensa al vacío, un túnel

de secado y un silo de estabilización y reposo. El silo de alimentación entrega la sémola a la prensa. En ésta se junta con el agua y se amasa, se le extrae el aire en una cámara al vacío, se prensa y se extruye a través de un molde que da la forma a los fideos. Luego éstos pasan automáticamente al túnel de secado, donde en un período de 5 a 24 horas, dependiendo del tamaño y características de las pastas, se secan bajando gradualmente su humedad inicial de 28 – 30% a 12 – 12,5%, que es la humedad final del fideo elaborado. Este proceso es una sucesión de secados y reposos, pasando por zonas de altas y bajas temperaturas. Más tarde, los fideos son enfriados y estabilizados en silos de reposo. Finalmente se envasan en films termosellables o cartulina.

2.6.4. Calidad del fideo.

2.6.4.1. Parámetros químicos proximal

Se utiliza los siguientes análisis según la AOAC (2000):

- Determinación de Humedad

El método consiste en evaporar, mediante secado, el agua contenida en la muestra, bajo condiciones normalizadas. El objetivo es determinar el contenido de agua disponible, presente en la materia prima por el método del secado de la estufa.

- Determinación de Cenizas

El método se basa en obtener el residuo inorgánico mediante la calcinación a temperatura entre 550 – 600°C de una determinada muestra. La ceniza obtenida no tiene necesariamente la misma composición que la materia orgánica de la muestra original, ya que puede haber pérdidas por volatilización o alguna interacción entre los componentes. El objetivo es determinar el residuo inorgánico por el método de incineración indirecta.

- Determinación de Proteínas

El principio del método radica en la conversión del nitrógeno orgánico a inorgánico, mediante la descomposición estructural de la proteína por acción de ácido sulfúrico, la materia prima se oxida a CO_2 , agua y el nitrógeno transformado en amoníaco se forma en sulfuro de amonio. En medio fuertemente alcalino se libera del sulfuro de amonio al amoníaco que por destilación se obtiene y se valora.

- Determinación de Grasas

El contenido de grasa de la muestra puede ser extraído por disolventes orgánicos como éter etílico, éter de petróleo o hexano, depositándola en un balón previamente tarado y por diferencia de peso se obtiene la cantidad de grasa de la muestra (previamente se evapora el disolvente). Para la determinación de la grasa de un alimento se utiliza el extractor Soxhlet.

- Determinación de Carbohidratos

Se obtiene por diferencia del 100% y la suma de los porcentajes de humedad (H), cenizas (C), grasa (G) y proteína (P).

- Determinación de Fibra

La fibra es un nutriente básico, fundamental para regular el tránsito, la función intestinal y mantener el ecosistema de la flora bacteriana. Por este motivo es recomendable hacer una dieta equilibrada con un consumo adecuado de alimentos ricos en fibra. Desde un punto de vista práctico, se considera apropiado clasificar las fibras según su grado de fermentación, lo que da lugar a dos grupos claramente diferenciados, el de las fibras totalmente fermentables y el de las parcialmente fermentables. De ahí se

derivan los dos conceptos más aceptados en torno a la fibra: fibra fermentable, soluble y viscosa; y fibra escasamente fermentable, insoluble y no viscosa (Hernández *et al.* 2008).

2.6.4.2. Parámetros sensorial.

El análisis sensorial es 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 la vista, olfato, gusto, tacto y oído (Lawless y Heymann 2010).

- Prueba Hedónica

La escala más utilizada es la escala hedónica de 9 puntos (Drake, 2007), aunque también existen variantes de ésta, como son la de 7, 5 y 3 puntos o la escala gráfica de cara sonriente que se utiliza generalmente con niños (Stone y Sidel, 2004). Es la prueba recomendada para la mayoría de estudios, o en proyectos de investigación estándar, donde el objetivo es simplemente determinar si existen diferencias entre los productos en la aceptación del consumidor (Ramírez, 2012).

A los panelistas se les pide evaluar muestras codificadas de varios productos, indicando cuanto les agrada cada muestra, marcando una de las categorías en la escala, que va desde "me gusta extremadamente" hasta "me disgusta extremadamente". Cabe resaltar que la escala puede ser presentada gráfica, numérica o textualmente, horizontal o verticalmente y se utiliza para indicar las diferencias en gusto del consumidor de los productos (Clark *et al.*, 2009). En esta escala es permitido asignar la misma categoría a más de una muestra. Las muestras se presentan en

recipientes idénticos, codificados con números aleatorios de 3 dígitos. Las muestras se codifican con números aleatorios. El orden de presentación de las muestras puede ser aleatorizado para cada panelista o de ser posible, balanceado (Watts *et al.*, 1989).

2.6.4.3.

2.6.4.4. Parámetros microbiológicos.

Para evaluar la calidad de los fideos se utiliza los siguientes análisis microbiológicos según la Dirección General De Salud Ambiental (2001):

- Coliformes

Los coliformes y *E. coli*, son bacterias con forma de bacilo Gram–negativos, aerobios no esporulados. Los criterios de identificación utilizados son la producción de gas a partir de la glucosa (y otros azúcares) y la fermentación de la lactosa dentro de 48 h a 35°C (coliformes), a 45°C coliformes fecales y *E. coli*. La presencia de este microorganismo en un alimento, indica generalmente una contaminación directa o indirecta de origen fecal. En los alimentos que han recibido un tratamiento para garantizar su sanidad, la presencia de coliformes indica: Tratamiento inadecuado y/o contaminación posterior al tratamiento más frecuente a partir de materias primas, equipos sucios o manejo no higiénico La metodología para la determinación de los coliformes, de los coliformes fecales y *E. coli* se ha seleccionado dos métodos. El primero utiliza caldo EC y caldo EC con MUG con incubación a 35°C por tres horas y pasar a 45°C por 24 horas en baño maría, para luego continuar con las pruebas bioquímicas y la lectura con la lámpara UV. El segundo método es utilizando el caldo lactosado verde brillante

bilis con MUG incubado a 37°C por 24 horas; los cultivos (tubos) que muestran fluorescencia azul claro a la luz UV corresponden al E. coli.

- *Staphylococcus aureus*

El *Staphylococcus aureus* es un microorganismo Gram-Positivo, anaerobio facultativo y se halla ampliamente distribuido en carnes, leches, quesos y ambientes naturales como suelo, polvo, aire, etc. Es altamente vulnerable a la destrucción por tratamiento térmico y a casi todos los agentes sanitizantes. Así la presencia de esta bacteria o sus enterotoxinas en alimentos procesados o en equipos de procesamiento de alimentos generalmente es un indicador de una sanidad deficiente. La presencia en los alimentos de números mayores de 10^4 células de *S. aureus* por gramo, pueden producir cantidades suficientes en enterotoxinas (1ng/g) de forma que desencadenen intoxicaciones por estafilococos en los consumidores.

- *Salmonella* sp.

Los miembros del género *Salmonella* son agentes causantes de infección intestinal en seres humanos y animales. El hábitat principal de los microorganismos de este género es el conducto intestinal del ser humano, de los animales domésticos, de los pájaros, de los reptiles y, ocasionalmente, de los insectos. Debido a que es una bacteria de origen intestinal, es excretada por las heces que contaminan el medio ambiente y las aguas. La dosis infectante es variable, según el serotipo; en general, el número de células necesarias para desencadenar la sintomatología (náuseas, vómitos,

dolores abdominales, cefaleas, escalofríos y diarreas) oscila entre 10^3 y 10^6 UFC/g de alimento para algunos serotipos y entre 10^9 y 10^{11} para otros.

Cuadro 4. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos en fideos o pastas desecadas con o sin relleno (v.6).

| Agente microbiano | Categoría | Clase | n | c | Límite por g | |
|-----------------------|-----------|-------|---|---|------------------|--------|
| | | | | | M | M |
| Coliformes | 5 | 3 | 5 | 2 | 10 | 10^2 |
| Staphylococcus aureus | 8 | 3 | 5 | 1 | 10^2 | 10^3 |
| Salmonella sp. | 10 | 2 | 5 | 0 | Ausencia/ 25g | ---- |

Fuente. MINSA / DIGESA, 2008.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. UBICACIÓN DEL ESTUDIO.

La elaboración de fideos tipo tallarines utilizando hoja de yuca como sucedáneo al igual que la obtención de harina de hoja de yuca se realizó dentro del Centro de Capacitación, Formación y Elaboración de Plantas Medicinales y Alimenticias que forma parte del Proyecto Especial de la ONG Kizuna Amazónica de la Universidad Nacional de Ucayali (UNU); El análisis químico proximal se llevó a cabo en el laboratorio de Control de Calidad de Alimentos de la Facultad de Industrias Alimentarias en la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana; los análisis físicos y la evaluación sensorial se llevaron a cabo en el Laboratorio Especializado de Ingeniería Agroindustrial de la UNU.

3.2. MATERIALES.

3.2.1. Materias primas

- Harina de Trigo
- Harina de hoja de yuca

3.2.2. Insumos

- Huevos enteros
- Agua

3.2.3. Materiales

- Vasos de precipitado 200 cc
- Libretas de apuntes
- Gas
- Cuchillo de acero inoxidable
- Peroles de acero inoxidable

- Papel filtro
- Piseta
- Guardapolvo, mascarilla y guantes
- Papel toalla
- Embudo de vidrio
- Rodillos
- Colador
- Crisoles
- Pipetas 1 y 2 cc
- Balones soxhlet de 250 cc
- Desecador
- Pinzas de metal
- Jarras de plástico con graduación
- Baldes de plástico
- Bolsas de polietileno herméticas con cierre marca U Thil
- Secador de madera (estiba)
- Vasos, platos y cubiertos de plásticos
- Servilletas
- Cinta métrica

3.2.4. Máquinas

- Maquina procesadora de fideos.
- Molino para granos marca corona.

3.2.5. Equipos

- Cocina eléctrica
- Estufa HERAUS de 0°C a 120°C.

- Horno de incineración (mufla)
- Destilador Semi micro Kjeldahl
- Extractor Soxhlet
- Destilador de reflujo
- Balanza analítica OHAUS de precisión de 0.001 mg.

3.2.6. Reactivos

- Ácido sulfúrico concentrado (95% - 97%)
- Sulfato de cobre pentahidratado o sulfato de cobre anhidro.
- Sulfato de potasio
- Solución de hidróxido de sodio
- Solución valorada de ácido sulfúrico 0.1N.
- Éter de petróleo

3.3. METODOLOGÍA.

3.3.1. Elaboración de harina de hoja de yuca

En la siguiente figura del diagrama de bloques se muestra las operaciones de la elaboración de harina de hoja de yuca.

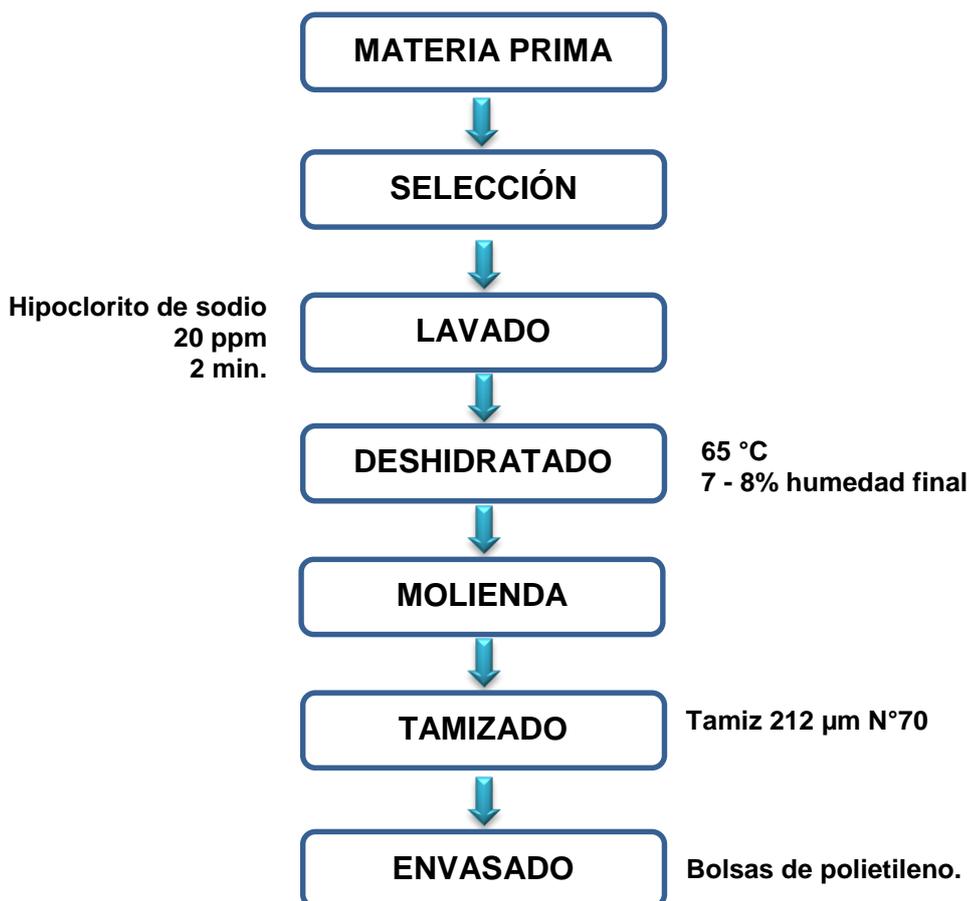


Figura 1. Diagrama de bloques de la elaboración de harina de hoja de yuca.

3.3.1.1. Descripción de las operaciones para la elaboración de harina de hoja de yuca:

- Recolección y recepción de la materia prima

Las hojas de yucas fueron recolectadas en el Caserío “Agua Blanca”, ubicado en el km. 11 de la carretera Pimental del distrito de Campoverde en la provincia de Coronel Portillo, departamento de

Ucayali. Seguidamente, las hojas fueron trasladadas al Centro de Capacitación, Formación y Elaboración de Plantas Medicinales y Alimenticias ubicado dentro de las instalaciones de la Universidad Nacional de Ucayali.

- Selección

Para la selección se tomaron aquellas hojas libres de hongos, sin daños físicos ni insectos.

- Lavado

En esta operación se desinfectó las hojas de yuca sumergiéndolas en un recipiente con agua e hipoclorito de sodio a una concentración de 20 ppm durante 2 minutos.

- Deshidratado

Después del lavado se colocó las hojas de yuca en mallas de acero inoxidable y seguidamente fueron acomodadas en un secador de aire caliente a una temperatura de 65 °C hasta alcanzar una humedad de 7 – 8%.

- Molienda

Para esta operación se utilizó un molino manual de corona, siendo las hojas molidas hasta llegar a estar en forma de harina.

- Tamizado

En esta operación se utilizó un tamiz de acero inoxidable de 212 μm de granulometría N° 70.

- Envasado

La harina de hoja de yuca se envasó en bolsas herméticas de polietileno marca “U-Thil Zipp” y se mantuvo en conservación en un ambiente fresco y seco hasta el momento de la elaboración de fideos.

3.3.2. Elaboración de fideos tipo tallarines utilizando como sucedáneo harina de hoja de yuca.

En la siguiente figura del diagrama de bloques se muestra las operaciones de la elaboración de fideos tipo tallarines utilizando como sucedáneo harina de hoja de yuca.

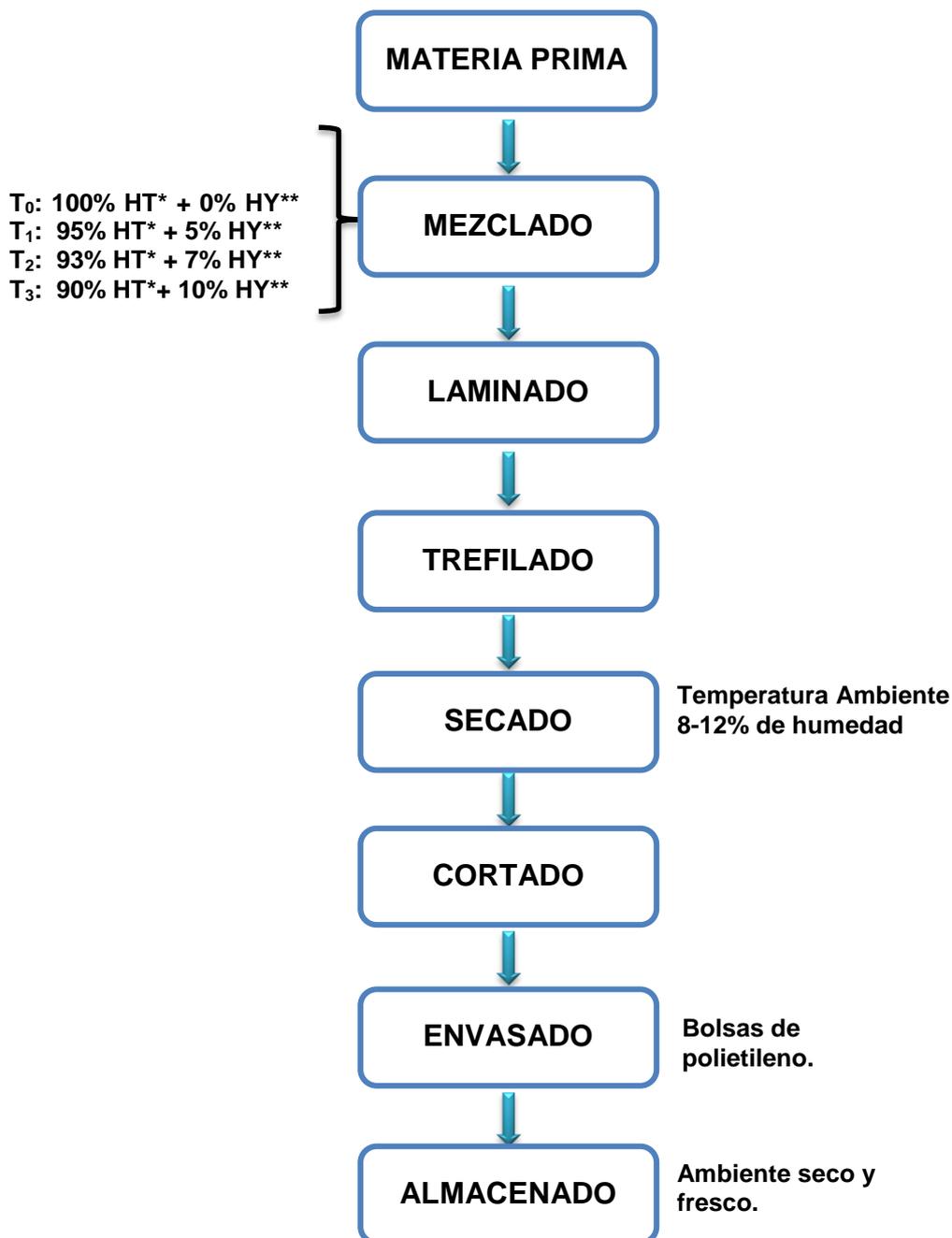


Figura 2. Diagrama de bloques de la elaboración de fideos tipo tallarines utilizando harina de hoja de yuca.

3.3.2.1. Descripción del diagrama de bloques para la elaboración de fideos tipo tallarines:

- Materia prima

Para la elaboración de fideos tipo tallarines se utilizó como materia prima la harina de trigo, harina de hoja de yuca.

- Mezclado

En esta operación primero se mezcló de forma manual la materia prima (harina de trigo, harina de hoja de yuca) y después se mezcló con los insumos (1 unidad de huevo por cada kilo de mezcla y 0.250 L/kg de agua potable) en un recipiente de acero inoxidable durante 5 a 8 minutos llegando a obtener una masa semi sólida con un peso de 1.320 Kg aproximadamente.

- Laminado

Seguidamente se llevó la masa a la máquina procesadora de fideos colocándola en la tolva de recepción y así llevarlo al proceso de laminado, donde pasó a través de dos rodillos laminadores para hacer más compacta la masa, esta circuló 20 veces a través de los rodillos aproximadamente 10 minutos.

- Trefilado

La lámina formada fue cortada manualmente en una mesa de acero inoxidable en varias unidades de 60 cm cada una, y luego se llevó nuevamente a la máquina procesadora individualmente. Se realizó el proceso de trefilado, donde las láminas fueron cortadas con un molde de tallarines, obteniendo tiras largas de fideos.

- Secado

Los fideos tipo tallarín fueron trasladados manualmente a un estibador de madera siendo colocadas ordenadamente bajo sombra, donde permanecen por un tiempo aproximado de 8 a 15 horas a temperatura ambiente (28 a 30°C) hasta alcanzar un promedio de 8-12% de humedad.

- Cortado

Esta operación se realizó sobre una mesa de acero inoxidable, consistió en cortar manualmente los fideos tipo tallarines a una misma longitud de 20 cm aproximadamente, con la ayuda de un cuchillo de acero inoxidable.

- Envasado

Los fideos fueron envasados en bolsas herméticas de polietileno de alta densidad marca "U-Thil Zipp".

- Almacenado

Los fideos han sido conservados bajo sombra en un ambiente seco y fresco.

3.3.3. Evaluación organoléptica.

Para la evaluación organoléptica de los fideos tipo tallarines se tomó en cuenta los atributos de aroma, color, sabor y textura de cada muestra, Se utilizó cartillas de evaluación (Anexo 1) con una escala hedónica del 1 al 5 siendo el 1 pésimo y el 5 muy agradable. Las muestras se presentaron a 20 panelistas no entrenados en recipientes idénticos y codificados con números aleatorios de 3 dígitos. Para los resultados se empleó el test de Friedman,

fueron analizados en el software estadístico INFOSTAT - 2016I siendo el modelo matemático el siguiente:

$$S = \frac{12}{nk(k+1)} \left[\sum_{j=1}^K R_j^2 \right] - 3n(k+1)$$

Dónde “K” representa los N° Tratamientos, “n” los N° Panelistas y “R” la suma de rangos del j-esimo tratamiento.

3.3.4. Análisis fisicoquímico y microbiológico.

3.3.4.1. Análisis químico proximal.

Para la determinación de humedad y cenizas en los fideos se utilizó la Norma Técnica Peruana (NTP) 206.011 y 206.012 respectivamente (Anexo 7), para la determinación de grasa y fibra se utilizó el protocolo de la Association of Official Analytical Chemists (AOAC) 960.32 y 920.39 respectivamente (Anexo 7), para la determinación de proteína se utilizó el protocolo del Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y Normas Técnicas (ITINTEC) N.T.N.201.021 (Anexo 7) y para la determinación de carbohidratos se realizó mediante cálculo por diferencia (Anexo 7).

3.3.4.2. Análisis físicos.

Para los análisis físicos del fideo tipo tallarín se evaluaron las siguientes características:

- Porcentaje de Hinchamiento: Se utilizó el protocolo de la Asociación Americana de Química de Cereales (1995), donde indica que se toma 50 g de fideos en 500 mL de agua potable sometiendo a cocción luego

es tamizado y se deja escurrir por 10 minutos y se pesa la muestra. La ganancia de peso se expresa en porcentaje, mediante la siguiente fórmula.

$$\% H = ((W2 - W1) / W1) * 100$$

Donde:

W1 = Peso de la pasta seca

W2 = Peso de la pasta cocida

- Tiempo de cocción: Para la determinación del tiempo de cocción se utilizó la metodología descrita por Hosney (1998) colocando a cocción 50 g de fideos en 500 mL de agua potable, y se va estimar el tiempo óptimo de cocción haciendo la prueba y uso de dos lunas o vidrios de reloj dentro de la cual se va colocar y oprimir una hebra de fideos, cuando se observa que la luna de reloj no presenta puntos blancos, significa que el tiempo de cocción culminó y se registra el tiempo.

- Dimensiones (espesor, anchura, longitud) y peso: Para la medición de las dimensiones como espesor, anchura y longitud se utilizó un vernier digital y para el peso se utilizó una balanza digital.

3.3.4.3. Análisis microbiológico.

Se realizó los análisis microbiológicos (mohos, coliformes, *Staphylococcus aureus* y *salmonela sp*) a los fideos tipo tallarines elaborados con harina de hoja de yuca como sucedáneo siendo los resultados comparados con la norma sanitaria del Ministerio de Salud / Dirección general de salud ambiental del año 2008 (Anexo 10).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

4.1. Evaluación sensorial de los fideos.

En el cuadro 7 se muestra el resumen de la aplicación de la prueba de Friedman en los atributos de aroma, color, sabor y textura de los fideos tipo tallarines.

Cuadro 5. Resumen del test de Friedman.

| Contraste | Aroma | Color | Sabor | Textura |
|--------------|--------|--------|--------|---------|
| Chi cuadrado | 14,022 | 13,825 | 13,555 | 13,002 |
| Gl | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Sig. | 0,1338 | 0,1503 | 0,0394 | 0,612 |

Entre los atributos evaluados de aroma, color y textura nos indica que no hay diferencias estadísticas significativas a un nivel de significancia del 0.05. Sin embargo, con respecto al atributo sabor existe diferencia significativa entre los tratamientos con un P valor (0.0394) inferior a 0.05.

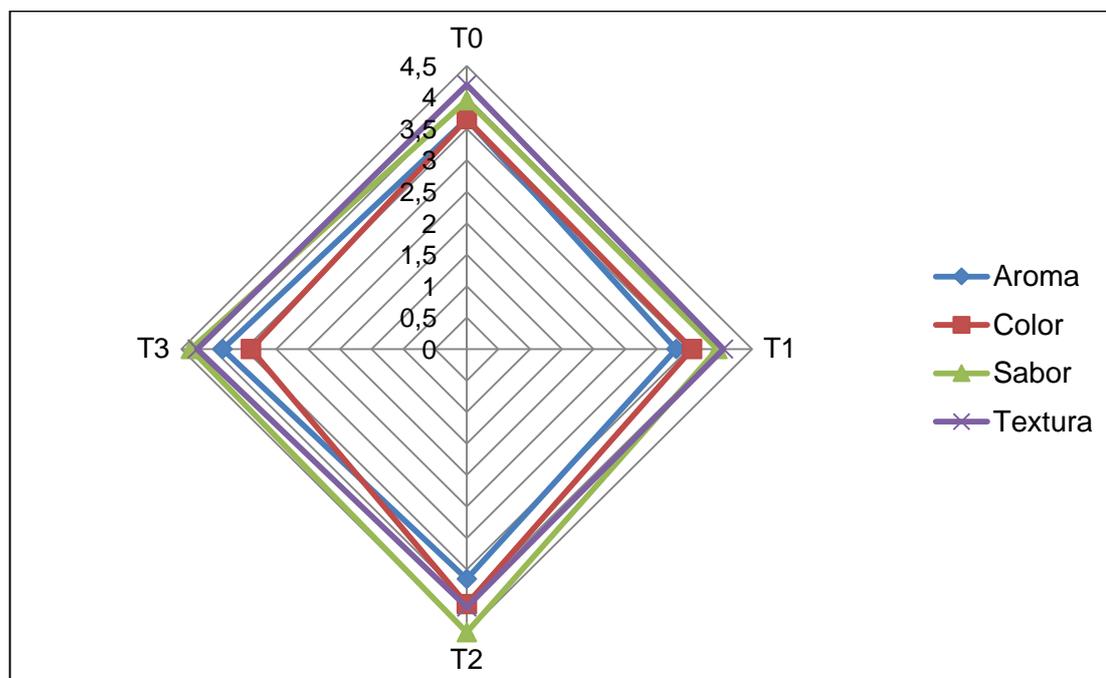


Figura 3. Evaluación sensorial de los tratamientos.

Así mismo, en la figura 3 y en el cuadro 8 se observa que el tratamiento 2 (fideo tipo tallarín con 7% de harina de hoja de yuca) muestra mayor aceptabilidad en el atributo sabor con respecto a los otros tratamientos en estudio, seguido del tratamiento 3 (10% de harina de hoja de yuca).

Cuadro 6. Media de rango del atributo sabor.

| Tratamiento | N | Media Rango |
|--------------------|----------|--------------------|
| T ₁ | 20 | 2,15 a |
| T ₀ | 20 | 2,15 a b |
| T ₃ | 20 | 2,75 a b c |
| T ₂ | 20 | 2,95 c |

4.2. Análisis químico proximal de los fideos.

En el cuadro 9 se presenta los resultados de la evaluación química proximal del tratamiento 0 (fideo tipo tallarín con 100% harina de trigo) y el tratamiento 2 (fideo tipo tallarín con 7% de harina de hoja de yuca).

Cuadro 7. Resultados químico proximal de los tratamientos.

| Parámetros | Tratamiento 0 (%) | Tratamiento 2 (%) | Reyes et al (2017) (%) |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Humedad | 10,39 | 11,69 | 12,1 |
| Ceniza | 0,37 | 0,54 | 0,6 |
| Grasa | 0,47 | 1,03 | 0,2 |
| Proteína | 12,39 | 13,01 | 9,4 |
| Carbohidratos | 76,38 | 73,73 | 77,7 |
| Fibra | 0,81 | 3,9 | 3,2 |

El tratamiento 2 presenta mayor contenido de proteína, fibra y grasa con respecto al tratamiento 0 favoreciendo nutricionalmente al fideo tipo tallarín. Así mismo, haciendo la comparación con la Tabla Peruana de composición de alimentos presentado por Reyes et al (2017), con los “fideos crudos fortificados

con hierro” se observa que el tratamiento 2 destaca en el contenido de grasa, proteína y fibra.

El alto contenido de proteína y grasa que se observa en el tratamiento 2, se debe al aporte de la harina de hoja de yuca y el huevo que intervinieron como componentes en el proceso de elaboración. Así mismo, el aporte de fibras en el tratamiento 2, se obtuvo por la adición de la harina de hoja de yuca.

4.3. Evaluación física de los fideos.

4.3.1. Curva de secado de los fideos.

En la figura 4 se observa que el tratamiento 1 llegó al peso constante en un menor tiempo que los otros tratamientos, esto se debe a varios factores entre ellos las condiciones climatológicas en la región de Ucayali alcanzándose un promedio de tiempo de secado de 8 horas máximo (entre las 9:00 am a 17:00 pm.), a una humedad relativa máximo de 70 y mínimo de 55 con una temperatura máxima de 28 y mínima de 25 como se puede observar en el Anexo 8.

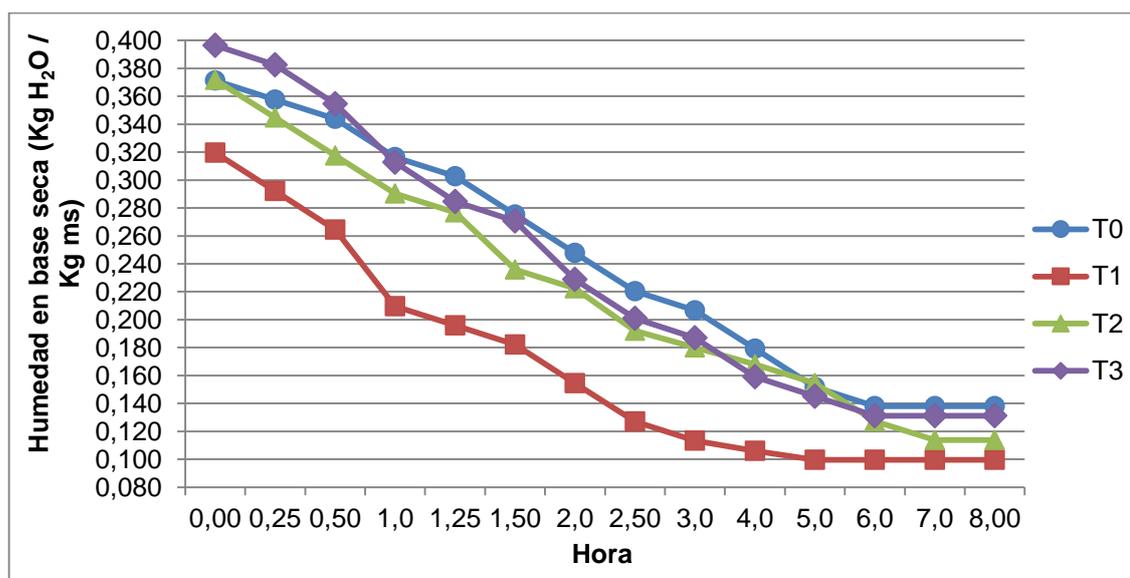


Figura 4. Curva de secado de los fideos.

En el cuadro 10 se muestra la humedad en base seca y el contenido de humedad en base húmeda de los tratamientos secados bajo sombra, observándose que el contenido de humedad en base húmeda está dentro de los parámetros establecidos de la norma según el Codex Stan 249 – 2006, donde indica que el límite máximo de contenido de humedad de los fideos sin freír es 14%.

Cuadro 8. Materia seca y humedad final de los fideos.

| Tratamientos | Materia Seca final (kg) | Humedad final (%) | Hora |
|---------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------|
| T ₀ | 0,14 | 12,1 | 7 |
| T ₁ | 0,10 | 9,1 | 6 |
| T ₂ | 0,11 | 10,2 | 7,25 |
| T ₃ | 0,13 | 11,6 | 7 |
| Promedio | 0,12 | 10,7 | 6,8 |

4.3.2. Tiempo de cocción.

El tiempo de cocción de los fideos tipo tallarín con harina de hoja de yuca como sucedáneo fueron los siguientes: el tratamiento 1 tuvo un tiempo de cocción de 6.40 minutos, los tratamientos 2 y 3 tuvieron un tiempo de cocción 7 minutos, mientras que el tratamiento 0 siendo el tratamiento testigo tuvo un tiempo de cocción de 6 minutos. Se puede observar que en el tiempo de cocción de los fideos tipo tallarines con sustitución parcial de harina de hoja de yuca es mayor según va aumentando el porcentaje de sustitución, en comparación al trabajo de investigación que realizó Cieza, K (2017), donde indica que el tiempo de cocción de los fideos tipo tallarín con sustitución parcial de frijol Ucayalino es inversamente proporcional con el porcentaje de sustitución debido posiblemente a que se utilizó frijoles previamente cocidos para la elaboración de la harina.

4.3.3. Hinchamiento.

En el cuadro 11 se muestra el promedio del porcentaje de hinchamiento de los fideos tipo tallarín, presentando mayor absorción de agua a medida que aumenta la sustitución de harina de hoja de yuca en los fideos.

Cuadro 9. Promedio del porcentaje de hinchamiento de los fideos.

| Tratamiento | Promedio |
|--------------------|-----------------|
| T ₀ | 181 |
| T ₁ | 195 |
| T ₂ | 198 |
| T ₃ | 226 |

4.3.4. Peso y dimensiones (Espesor, anchura, longitud).

En el cuadro 12 se muestra el promedio de los atributos físicos, evaluados en peso (g), espesor (mm), anchura (mm) y longitud (cm) de los cuatros tratamientos en el crudo y cocido respectivamente.

Cuadro 10. Promedio de la estructura físicas de los fideos.

| Fideos | Descripción | Promedio |
|---------------|--------------------|-----------------|
| Crudo | Peso (g) | 50 |
| | Espesor (mm) | 0,9 |
| | Anchura (mm) | 3,2 |
| | Longitud (cm) | 21,9 |
| Cocido | Peso (g) | 157,5 |
| | Espesor (mm) | 1,2 |
| | Anchura (mm) | 4,1 |
| | Longitud (cm) | 27,2 |

4.4. Evaluación microbiológica.

Según los criterios microbiológicos en fideos o pastas desecadas con o sin relleno (v.6) establecidos en la Norma sanitaria N° 071 del Ministerio de Salud – Dirección General de salud ambiental (2008) (Anexo 10), podemos afirmar que los resultados de la evaluación microbiológica realizados al T₀ (Tratamiento 0 = fideo tipo tallarín con 100% harina de trigo) y al T₂ (Tratamiento 2 = fideo tipo tallarín con 7% de harina de hoja de yuca) mostrados en el Cuadro 13 se encuentran dentro de los parámetros establecidos, indicando que es un producto inocuo y apto para el consumo humano.

Cuadro 11. Evaluación microbiológica de los tratamientos.

| Microbiológico | T ₀ | T ₂ | NTS N° 071 | |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| | | | M | M |
| Coliformes Totales (UFC/g a 35°C) | < 10 | < 10 | 10 | 10 ² |
| Staphylococcus aureus (UFC/g) | < 10 | < 10 | 10 ² | 10 ³ |
| Salmonella sp. | Ausencia en 25 g | Ausencia en 25 g | Ausencia en 25 g | ---- |

V. CONCLUSIONES.

- El rendimiento de la hoja de yuca al deshidratarla es de 29% con contenido de humedad de 8% en promedio.
- El rendimiento de fideos tipo tallarines a nivel experimental con respecto a los insumos que intervienen en el proceso de elaboración fue de 56%.
- Se obtuvieron fideos tipo tallarines con sustitución de harina sucedánea de hoja de yuca, y estos estuvieron dentro de los parámetros de humedad de acuerdo al Codex Stan 249 – 2006. Así mismo, el tiempo de cocción y el porcentaje de hinchamiento son directamente proporcional a la sustitución de la harina de trigo por la harina de hoja de yuca.
- El tratamiento 2 (fideo tipo tallarín con 7% harina de hoja de yuca y 93% de harina de trigo) tiene mayor aceptabilidad en el atributo sabor respecto a los otros tratamientos en estudio.
- El tratamiento 2 (fideo tipo tallarín con 7% harina de hoja de yuca y 93% de harina de trigo) en su composición químico proximal se fortaleció nutricionalmente en grasa 1.03%, proteína 13.01% y fibra 3.9% con respecto al tratamiento testigo (grasa 0.41%, proteína 12.39% y fibra 0.81%).

VI. RECOMENDACIONES.

- Elaborar fideos tipo tallarín con sustitución de 7% de harina de hoja de yuca, producto con potencial para la seguridad alimentaria por ser un producto de bajo costo y que contribuye nutricionalmente a niños, jóvenes, adultos y personas de la tercera edad en programas alimenticios.
- Realizar estudios acerca de la vida útil de los fideos tipo tallarín con harina sucedánea de hoja de yuca.
- Realizar un estudio de factibilidad económica para viabilizar la implementación de un proyecto de fabricación de fideos tipo tallarines empleando harina de hoja de yuca como sucedáneo.
- Realizar estudios sobre la incorporación de otras mezclas de harina sucedánea para desarrollar productos que contribuyan a la seguridad alimentaria de la población vulnerable de escasos recursos económicos.

VII. LITERATURA CITADA.

A&S. 2004. Maravillas curativas de las hojas de Yuca. Revista Interamericana Ambiente y Saneamiento. 32p – 36p.

AACC (Asociación Americana de Química de Cereales). 1995. Métodos aprobados de análisis de cereales. 11 ed. Liability, Estados Unidos.

Alvarado, U. 2010. Elaboración de fideos precocidos a partir de harina de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Allen) como sustituto parcial de la harina de Trigo (*Triticum vulgare*). Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias. Puno, Perú.

AOAC (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales). 2000. Análisis físico-químico proximal de la materia prima y producto terminado.

Arqueros, V. 2009. Como optimizar el control de calidad de pastas Argentina.

Brandao, C.; Brandao, F. 1991. Alternative Nourishment and educational program on nutrition based on regional solutions and simplified technology. CNBB.

Carbajal, S.; Torres, C. 2016. Evaluación bromatológica del "Oenocarpus bataua C." (Ungurahui) y su capacidad antioxidante. Tesis Pregrado. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Industrias Alimentarias. Iquitos, Perú.

Cieza, K. 2017. Elaboración de fideos tipo tallarines con sustitución parcial de Harina de Trigo (*Triticum aestivum* L.) por harina de Frijol variedad ucayalino (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis pre grado. Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Pucallpa, Perú.

Clark, S.; Costello, M.; Drake, M.; Bodyfelt, F. 2009. The sensory evaluation of dairy products. 2 ed. Vol. XV. New York.

Codex Alimentarius. 1985. Norma del Codex para la Harina de Trigo. Codex Stan 152 - 1985.

Codex Stan 249. (2006). Norma del Codex para los fideos instantáneos.

Dirección General de Salud Ambiental. 2001. Manual de análisis microbiológico de alimentos. Lima, Perú.

Dominguez, C. 1981. Investigación, producción y utilización. Documento de trabajo # 50. Programa de Yuca. CIAT, Cali.

Drake, M. 2007. Sensory analysis of dairy foods. Journal of Dairy Science.

Giraldo, A. 2006. Estudio de la obtención de harina de hojas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) para consumo humano. Tesis Pregrado. Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Popayán.

Gonzales, J. 1973. Las enfermedades de la yuca. III Seminario Nacional de Fitopatología. Venezuela. Sociedad Venezolana de Fitopatología.

Granito, M.; Torres, A.; Guerra, M. 2003. Desarrollo y evaluación de una pasta a base de trigo, maíz, yuca y frijol. Caracas, Venezuela.

Guingla, S.; Villacís, T. 2013. Obtención de pastas tipo tallarín a partir de harina de trigo (*Triticum vulgare* L.) con sustitución de harina de camote (*Ipomoea batata*) y harina de soya (*Glycine max*) en la planta de procesamiento de la Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda - Ecuador.

Hernández, Y.; Inocencio, A.; Martínez, J. 2008. Determinación de Fibra.

Hoseney, RC. 1998. Parámetros de calidad de pastas alimenticias. En Principios de la Ciencia y Tecnología de los Cereales. 269p – 274p. Zaragoza, España: Acribia.

Lawless, H.; Heymann, H. 2010. Sensory evaluation of food: principles and practices. 2 ed. New York: Springer.

- MINSA/DIGESA (Ministerio de Salud, Dirección General de Salud Ambiental). 2008. Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. NTS N° 071. Lima, Perú.
- Monar, C. 2010. Nueva variedad de trigo harinero para la sierra y centro del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Necochea, C. 2002. Hoja de la planta de yuca supera a la espinaca. Revista Vida y Futuro.
- Olmo, M. 2009. En buenas manos salud y terapia natural.
- Olsen, K.; Schaal, B. 2001. Microsatellite variation in cassava (*Manihot esculenta*, Euphorbiaceae) and its wild relatives: further evidence for a southern. Amazonian origin of domestication. *American Journal of Botany*.
- Ospina, B., & Ceballos, H. (2002). La yuca en el tercer milenio. Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Colombia.
- Ramírez, J. 2012. Análisis sensorial: Pruebas orientadas al consumidor. Universidad del Valle Cali, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería de Alimentos. Colombia.
- Ramirez, A. 2009. Efectos de la tecnología de siembre sobre el cultivo de trigo (*Triticumaestivum* L) en condiciones tropicales.
- Renvoize, B. 1973. The area of origin of *Manihot esculenta* as a crop plant: a review of the evidence. *Economic Botany*.
- Reyes, M.; Gómez-Sánchez, I.; Espinoza, C. 2017. Tablas peruanas de composición de alimentos. 10ed. I.N. Ministerio de Salud, Trad. Lima, Perú.

- Rodriguez, A.; Young, SE. 2017. Elaboración de fideos utilizando la Almendra de *Theobroma bicolor* (Macambo) como sustituto parcial de la harina de trigo. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Industrias Alimentarias. Iquitos, Perú.
- Rojanaridpiched, C. 1977. Comprimidos de hojas de yuca como fuente de proteína en Tailandia. Boletín informativo. Cali: CIAR, N° 1, 6.
- Simmonds, N. 1976. Evolution of crop plants. 3ed. Longman. Londres, Reino Unido y Nueva York.
- Stone, H.; Sidel, J. 2004. Sensory evaluation practices. Elsevier Academic Press, XIV.
- Suntaxi, J. 2008. Descripción botánica y generalidades del trigo.
- Watts, B.; Ylimaki, G.; Jeffery, L.; Elias, L. 1989. Basic sensory methods for food evaluation. Ottawa, Ont., Canada: International Development Research Centre.
- Yanqui, C A. 2013. Elaboración de fideos fortificados con tres subproductos de soya (*Glycine max.*) Harina, proteína concentrada y proteína aislada, utilizando dos saborizantes naturales zanahoria (*Daucus carota L.*), y espinaca (*Spinaceae oleracea*). Tesis pregrado. Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Latacunga, Ecuador.
- Zegers, F. 1988. La empresa y las pastas en Chile. Fideos y Alimentos Carozzi S.A.

VIII. ANEXOS.



Figura 5A. Plantación de Hoja de yuca.



Figura 6A. Cosechando hoja de yuca del Caserío "Agua Blanca".



Figura 7A. Recepción de la hoja de yuca.



Figura 8A. Selección de la hoja de yuca.



Figura 9A. Lavado y desinfectado de las hojas de yuca.



Figura 10A. Deshidratado de las hojas de yuca.



Figura 11A. Molienda de la hoja de yuca.



Figura 12A. Tamizado de la harina de hoja de yuca.



Figura 13A. Envasado de la harina de hoja de yuca.



Figura 14A. Materia Prima.



Figura 15A. Mezclado de la materia prima.



Figura 16A. Laminado de la masa.



Figura 17A. Trefilado de la masa.



Figura 18A. Secado del producto final.



Figura 19A. Evaluación sensorial de los fideos tipo tallarines



Figura 20A. Cocción de los fideos.



Figura 21A. Medición de las dimensiones del fideo.

Recuadro 1A. Cartilla de evaluación sensorial.

Fecha/...../.....

Edad:

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan cuatro muestras de “Fideos tipo tallarines con sustitución parcial de harina de hoja de Yuca”. 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 la línea del código de la muestra.

| | | | | | |
|------------------|---------------|-------------|----------------|------------------|----------------------|
| Puntaje | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Categoría | Pésimo | Malo | Regular | Agradable | Muy agradable |

| CÓDIGO | CALIFICACIÓN PARA CADA ATRIBUTO | | | |
|---------------|--|--------------|--------------|----------------|
| | AROMA | COLOR | SABOR | TEXTURA |
| J266 | | | | |
| D331 | | | | |
| R117 | | | | |
| G163 | | | | |

MUCHAS GRACIAS POR TU COLABORACIÓN

¡DIOS TE BENDIGA!

Recuadro 1A. Cartilla de evaluación sensorial

Recuadro 1A. Métodos de Análisis químico proximal para fideos.

Los análisis químicos proximales de los fideos tipo tallarines elaborados con harina de hoja de yuca como sucedáneo se realizaron según los procedimientos de las siguientes normas:

1. Determinación de humedad (N.T.P 206.011 – Método de gravimetría)

Para la determinación de la humedad de la muestra, se empleó el método de gravimetría. Para lo cual se utilizó la estufa a 105°C hasta obtener peso constante.

- Procedimiento:
 - Se precalentó la estufa a 105°C.
 - A continuación se secó la cápsula de vidrio vacío en la estufa durante 1 hora. Luego, se enfrió en desecador y pesó.
 - Se colocó en la cápsula 5 g de muestra y se llevó a la estufa a 105°C por 5 horas hasta obtener peso constante.
 - Se retiró la cápsula de la estufa y se enfrió en el desecador antes de tomar el peso final.
 - Finalmente se realizaron los cálculos de humedad.
- Expresión de los resultados:

Los resultados se expresaron en porcentaje, mediante la siguiente ecuación:

$$\%H = \frac{P_1 - P_2}{PM} \times 100$$

Dónde:

P_1 = Peso del crisol con muestra húmeda

P_2 = Peso del crisol con muestra seca

PM= Peso de la muestra

2. Determinación de cenizas totales (N.T.P 206.012 – Método de gravimetría)

La ceniza es el residuo inorgánico de una muestra incinerada a 550°C, su cuantificación es el inicio para la determinación de los macro y micro minerales en los alimentos.

- Procedimiento:
 - En una estufa a 105°C se colocó el crisol limpio durante una hora.
 - Posteriormente, se colocó el crisol en el desecador para que se enfríe y se pesó.
 - Se pesó 5 gramos de muestra en el crisol de porcelana previamente pesada.
 - La muestra se quemó hasta la desaparición del humo.
 - A continuación, se colocó el crisol con la muestra y se llevó a la mufla de 550°C a 600°C, durante 5 horas o hasta obtener cenizas libres de carbón.
 - Se transfirió el crisol a un desecador, se dejó enfriar por un espacio de 20 a 30 minutos y se pesó.
 - Finalmente se calculó el peso de la ceniza.

- Expresión de los resultados:

Los resultados se expresaron en porcentaje:

$$\%C = \frac{P_2 - P_1}{PM} \times 100$$

Dónde:

P_1 = Peso del crisol vacío

P_2 = Peso del crisol con las cenizas.

PM= Peso de la muestra

3. Determinación de grasas (A.O.A.C 960.32 – Método de gravimetría)

Los lípidos son un grupo heterogéneo de sustancias naturales insolubles en agua, pero solubles en una diversidad de solventes orgánicos.

- Reactivos:
 - Éter de petróleo p.a. intervalo de ebullición de 40°C a 60°C.
- Procedimiento:
 - Se pesó el balón limpio, seco y frío y se colocó el número correspondiente.
 - Después, se pesó 5 gr de muestra previamente deshidratada.
 - Se colocó la muestra pesada en un papel filtro de porosidad media y se envolvió en forma de cartucho.
 - Se ubicó el cartucho en el cuerpo del equipo de Soxhlet. Se agregó éter de petróleo (120 ml a 150 ml, según la capacidad del Soxhlet).
 - Se extrajo la muestra durante 5 horas, utilizando el extractor de Soxhlet a una velocidad de condensación de 5 o 6 gotas por segundo.

- Luego se secó el balón con la grasa extraída en una estufa de aire a 105°C durante 30 minutos.
- Por último, se enfrió y se pesó.
- Expresión de resultados

$$\%Grasa = \frac{P_2 - P_1}{PM} \times 100$$

Dónde:

P₂ = Peso del balón con grasa

P₁ = Peso del balón vacío

PM= Peso de la muestra

4. Determinación de proteínas (ITINTEC. N.T.N 201.021 – Método de Kjendhal)

- Reactivos:
 - Ácido sulfúrico concentrado (95% - 97%)
 - Sulfato de cobre (II) pentahidratado o sulfato de cobre anhidro
 - Sulfato de potasio
 - Solución de hidróxido de sodio
 - Solución valorada de ácido sulfúrico 0.1N
- Primera etapa: Digestión
 - Inicialmente, se pesó 0.25 g de muestra seca. Se adicionó catalizados (2.50 g de sulfato de potasio más 0.125 g de sulfato de cobre). Posteriormente se colocó en el balón de Kjeldhal.
 - Después, se adicionó 8 ml de ácido sulfúrico (H₂SO₄) concentrado.

- Se calentó el balón suavemente hasta que cese la formación de espuma.
 - Se dirigió por ebullición vigorosa hasta que el contenido del balón muestre transparencia y de un color (azul – verdoso con sulfato de cobre pentahidratado e incoloro con sulfato de cobre anhidro). Se agitó suavemente y se continuó el calentamiento por 45 minutos más; el tiempo total de digestión no debe ser menor de 2 horas.
 - La digestión terminó cuando el contenido del balón estuvo totalmente cristalino.
 - Finalmente se preparó un blanco, utilizando solo los reactivos establecidos para la digestión. Se destiló bajo las mismas condiciones establecidas para la muestra.
- Segunda etapa: Neutralización y destilación
 - Se dejó enfriar la muestra digerida. Luego, se añadió 75 ml de agua destilada y se colocó en el equipo de destilación. En seguida se agregó 200 ml de hidróxido de sodio (NaOH) al 8%.
 - En un matraz se adicionó ácido bórico 8 ml al 4 % + 3 gotas de indicadores rojo de metilo + azul de metileno.
 - La destilación se realizó con 50 ml de solución de ácido sulfúrico hasta la coloración verde esmeralda. La solución resultante se trasladó del matraz al Erlenmeyer.
 - Por último, se introdujo la salida de vapor del destilador en la solución de ácido sulfúrico contenido en el Erlenmeyer para atrapar el destilado producido.

- Se destiló la muestra hasta obtener 40 ml de volumen final del destilado.
- Tercera etapa: Titulación
 - Se tituló con ácido sulfúrico 0.025 N – hasta rosado púrpura. Seguidamente se anotó el gasto.
- Expresión de los resultados
 - Cálculo del contenido de nitrógeno:

El contenido de nitrógeno de la muestra como porcentaje en masa (%N_{total}) es igual a:

$$\%N_{total} = \frac{\text{Gasto de la titulación} \times P. meq (N) + 0.025N \times 100}{m}$$

Dónde:

P. meq (N) = Peso miniequivalente del nitrógeno

N = Normalidad

m = Masa en gramos de la muestra

- Cálculo del contenido de proteína:

El contenido de proteína se muestra como porcentaje en masa (% total):

$$\% P_{total} = \% N \times 6.25$$

Dónde:

% P_{total} = Porcentaje de proteína

%N = Porcentaje de nitrógeno

6.25 = Factor para proteínas en general

5. Determinación de Carbohidratos (Por diferencia)

El contenido de carbohidratos se determinó por diferencia de pesos o porcentaje, según la siguiente fórmula:

$$\%CHO = 100 - (\% H + \% C + \% Gr + \%P)$$

Dónde:

% H = Humedad

% C = Cenizas

% Gr = Grasas

%P = Proteínas

6. Determinación de Fibra (A.O.A.C 920.39 – Método de digestión)

Para determinar fibra, se empleó el método de digestión. Se utilizó muestra seca y desengrasada. Después fue transferida a una digestión ácida con una solución de ácido sulfúrico al 0.255N, luego el residuo de este proceso se sometió a una digestión alcalina con solución de hidróxido de sodio al 0.313 N.

- Procedimiento:

- Primera digestión: Se pesó de 1 a 2 gr de muestra libre de grasa en un matraz, luego se dejó hervir durante 30 minutos con 200 ml de H₂SO₄ al 5%, filtró y lavó con agua destilada hasta neutralizar la acidez.
- Segunda digestión: Se añadió 200 ml de NaOH al 5% y se dejó hervir durante 30 minutos, luego se filtró y lavó con agua destilada caliente el residuo.

- Luego se colocó en la estufa por espacio de 2 horas a una temperatura de 105°C, al término se dejó enfriar y se pesó, finalmente se incineró en la mufla por espacio de 3 horas a una temperatura de 600°C.
- Expresión de los resultados

El resultado se expresó en porcentajes:

$$\% \text{ Fibra} = \frac{P_1 - P_2}{PM} \times 100$$

Dónde:

P_1 = Peso inicial de la muestra en gramos

P_2 = Peso final de la muestra en gramos

PM = Peso de la muestra

Cuadro 12A. Características de secado del tratamiento 0.

| Hora | Materia seca | % Humedad (Kg) | Temperatura (°C) | Humedad Relativa (%) |
|-------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 0,0 | 0,371 | 27,07 | 25,4 | 68 |
| 0,25 | 0,357 | 26,33 | 25,3 | 67 |
| 0,50 | 0,344 | 25,58 | 25,7 | 66 |
| 1,0 | 0,316 | 24,81 | 25,7 | 66 |
| 1,25 | 0,303 | 24,03 | 25,7 | 67 |
| 1,50 | 0,275 | 23,23 | 25,7 | 67 |
| 2,0 | 0,248 | 21,58 | 25,7 | 68 |
| 2,50 | 0,220 | 19,85 | 25,8 | 67 |
| 3,0 | 0,207 | 18,05 | 25,8 | 67 |
| 4,0 | 0,179 | 17,12 | 25,9 | 64 |
| 5,0 | 0,152 | 16,17 | 26,2 | 63 |
| 6,0 | 0,138 | 15,19 | 25,5 | 59 |
| 7,0 | 0,138 | 13,18 | 26,2 | 58 |
| 8,0 | 0,138 | 12,13 | 26,3 | 55 |

Fuente. Elaboración propia, 2018.

Cuadro 13A. Características de secado del tratamiento 1.

| Hora | Materia seca | % Humedad (Kg) | Temperatura (°C) | Humedad Relativa (%) |
|-------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 0,0 | 0,320 | 24,2 | 28 | 70 |
| 0,25 | 0,292 | 22,6 | 28,2 | 70 |
| 0,50 | 0,265 | 20,9 | 28,4 | 70 |
| 1,0 | 0,210 | 19,2 | 28,8 | 69 |
| 1,25 | 0,196 | 17,3 | 28,8 | 69 |
| 1,50 | 0,182 | 16,4 | 29,1 | 68 |
| 2,0 | 0,155 | 15,4 | 29,4 | 67 |
| 2,50 | 0,127 | 13,4 | 29,6 | 66 |
| 3,0 | 0,113 | 11,3 | 29,4 | 66 |
| 4,0 | 0,106 | 10,2 | 28,8 | 69 |
| 5,0 | 0,100 | 10,2 | 28,6 | 70 |
| 6,0 | 0,100 | 9,1 | 28,6 | 70 |
| 7,0 | 0,100 | 9,1 | 28,8 | 71 |
| 8,0 | 0,100 | 9,1 | 28,8 | 71 |

Fuente. Elaboración propia, 2018.

Cuadro 14A. Características de secado del tratamiento 2.

| Hora | Materia seca | % Humedad (Kg) | Temperatura (°C) | Humedad Relativa (%) |
|-------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 0,0 | 0,372 | 27,1 | 28,4 | 70 |
| 0,25 | 0,345 | 25,6 | 28,6 | 69 |
| 0,50 | 0,317 | 24,1 | 28,8 | 69 |
| 1,0 | 0,290 | 23,3 | 28,8 | 69 |
| 1,25 | 0,277 | 22,5 | 28,9 | 68 |
| 1,50 | 0,236 | 21,7 | 29,1 | 68 |
| 2,0 | 0,222 | 19,1 | 29,4 | 67 |
| 2,50 | 0,192 | 18,2 | 29,6 | 66 |
| 3,0 | 0,180 | 15,4 | 29,4 | 66 |
| 4,0 | 0,168 | 14,4 | 28,8 | 69 |
| 5,0 | 0,154 | 14,4 | 28,6 | 70 |
| 6,0 | 0,127 | 13,4 | 28,8 | 70 |
| 7,0 | 0,114 | 11,3 | 28,8 | 70 |
| 8,0 | 0,114 | 10,2 | 28,8 | 69 |

Fuente. Elaboración propia, 2018.

Cuadro 15A. Características de secado del tratamiento 3.

| Hora | Materia seca | % Humedad (Kg) | Temperatura (°C) | Humedad Relativa (%) |
|-------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 0,0 | 0,396 | 28,4 | 25,9 | 67 |
| 0,25 | 0,382 | 27,7 | 25,9 | 67 |
| 0,50 | 0,354 | 26,2 | 25,8 | 67 |
| 1,0 | 0,313 | 24,6 | 25,8 | 67 |
| 1,25 | 0,285 | 23,8 | 25,7 | 68 |
| 1,50 | 0,271 | 22,2 | 25,8 | 67 |
| 2,0 | 0,229 | 21,3 | 25,9 | 66 |
| 2,50 | 0,201 | 18,6 | 25,9 | 64 |
| 3,0 | 0,187 | 16,7 | 26,2 | 63 |
| 4,0 | 0,159 | 15,7 | 25,5 | 59 |
| 5,0 | 0,145 | 13,7 | 26,2 | 58 |
| 6,0 | 0,131 | 12,7 | 26,1 | 56 |
| 7,0 | 0,131 | 11,6 | 26,3 | 55 |
| 8,0 | 0,131 | 11,6 | 26,1 | 55 |

Fuente. Elaboración propia, 2018.

Cuadro 16A. Porcentaje de hinchamiento de los fideos.

| Tratamiento | Repetición 1 | Repetición 2 | Repetición 3 | Promedio |
|----------------|--------------|--------------|--------------|----------|
| T ₀ | 200 | 176 | 168 | 181 |
| T ₁ | 202 | 198 | 186 | 195 |
| T ₂ | 208 | 196 | 190 | 198 |
| T ₃ | 208 | 238 | 232 | 226 |

Fuente. Elaboración propia, 2018.

Cuadro 17A. Características de la estructura físicas de los fideos.

| Fideos | Descripción | Tratamientos | | | |
|--------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | T ₀ | T ₁ | T ₂ | T ₃ |
| Crudo | Peso (g) | 50 | 50 | 50 | 50 |
| | Espesor (mm) | 0,98 | 0,85 | 0,99 | 0,76 |
| | Anchura (mm) | 3,13 | 3,08 | 3,18 | 3,21 |
| | Longitud (cm) | 21,2 | 22,4 | 22,6 | 21,3 |
| Cocido | Peso (g) | 170 | 148 | 149 | 163 |
| | Espesor (mm) | 1,39 | 1,02 | 1,39 | 1,13 |
| | Anchura (mm) | 3,91 | 4,01 | 4,53 | 4,10 |
| | Longitud (cm) | 27,2 | 27,1 | 26,8 | 27,7 |

Fuente. Elaboración propia, 2018.

La Norma sanitaria (NTS N° 071) establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y medidas de consumo humano.

Cuadro 18A. Norma Sanitaria (NTS N° 071).

| Agente microbiano | Categoría | Clase | N | c | Límite por g | |
|-----------------------|-----------|-------|---|---|------------------|-----------------|
| | | | | | M | M |
| Coliformes | 5 | 3 | 5 | 2 | 10 | 10 ² |
| Staphylococcus aureus | 8 | 3 | 5 | 1 | 10 ² | 10 ³ |
| Salmonella sp. | 10 | 2 | 5 | 0 | Ausencia/ 25g | ---- |

Fuente. MINSA / DIGESA, 2008.

Cuadro 19A. Balance de materia de la elaboración de harina de hoja de yuca.

| Operación | Materia que entra | | Materia que sale | | Materia que continua | | Rendimiento (%) | |
|---------------|-------------------|-----|------------------|-----|----------------------|-----|-----------------|---------|
| | Kg | % | Kg | % | Kg | % | Operación | Proceso |
| Materia Prima | 1,150 | 100 | 0 | 0 | 1,150 | 100 | 100 | 100 |
| Selección | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,150 | 100 | 100 | 100 |
| Lavado | 3,005 | 261 | 2,976 | 259 | 1,179 | 103 | 103 | 103 |
| Secado | 0 | 0 | 0,779 | 66 | 0,400 | 34 | 34 | 35 |
| Molienda | 0 | 0 | 0,039 | 10 | 0,361 | 90 | 90 | 31 |
| Tamizado | 0 | 0 | 0,024 | 7 | 0,337 | 93 | 93 | 29 |
| Envasado | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,337 | 100 | 93 | 29 |
| Total | 4,155 | | 3,818 | | 0,337 | | | |

Fuente. Elaboración propia, 2018.

Cuadro 20A. Balance de materia de los fideos tipo tallarines con sustitución.

| Operación | Materia que entra | | Materia que sale | | Materia que continua | | Rendimiento (%) | |
|---------------|-------------------|-----|------------------|----|----------------------|-----|-----------------|---------|
| | Kg | % | Kg | % | Kg | % | Operación | Proceso |
| Materia Prima | 1,00 | 100 | 0 | 0 | 1,000 | 100 | 100 | 100 |
| Mezclado | 0,032 | 32 | 0 | 0 | 1,320 | 100 | 132 | 132 |
| Laminado | 0 | 0 | 0,064 | 5 | 1,256 | 95 | 95 | 95 |
| Trefilado | 0 | 0 | 0,137 | 11 | 1,119 | 89 | 89 | 85 |
| Estibado | 0 | 0 | 0,261 | 23 | 0,858 | 77 | 77 | 65 |
| Secado | 0 | 0 | 0,05 | 6 | 0,808 | 94 | 94 | 61 |
| Cortado | 0 | 0 | 0,073 | 9 | 0,735 | 91 | 91 | 56 |
| Envasado | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,735 | 100 | 100 | 56 |
| Total | 1,320 | | 0,585 | | 0,735 | | | |

Fuente. Elaboración propia, 2018.

Cuadro 21A. Base de datos de la evaluación sensorial de los fideos tipo tallarín.

| Panelista | AROMA | | | | COLOR | | | | SABOR | | | | TEXTURA | | | |
|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | T ₀ | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₀ | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₀ | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₀ | T ₁ | T ₂ | T ₃ |
| 1 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 3 | 4 |
| 2 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 3 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 |
| 3 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 3 | 5 | 4 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| 4 | 5 | 3 | 4 | 4 | 5 | 3 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 5 | 3 | 2 | 4 | 4 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 6 | 3 | 3 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 7 | 2 | 4 | 4 | 5 | 3 | 3 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 8 | 5 | 4 | 5 | 3 | 5 | 4 | 5 | 3 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| 9 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 10 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 11 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 5 | 4 | 4 | 5 |
| 12 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 5 | 5 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 13 | 4 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| 14 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 5 | 5 | 4 | 5 | 2 | 4 | 3 | 4 |
| 15 | 4 | 3 | 3 | 5 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 |
| 16 | 5 | 3 | 4 | 5 | 3 | 2 | 5 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 3 | 4 | 5 |
| 17 | 5 | 4 | 3 | 2 | 5 | 4 | 4 | 2 | 4 | 3 | 5 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 |
| 18 | 3 | 3 | 4 | 5 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 | 5 |
| 19 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | 5 | 5 | 3 | 2 | 4 | 5 | 4 | 3 | 4 | 5 | 3 |
| 20 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 3 |

Fuente. Elaboración propia, 2018.