

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

TEMA:

**“Extracción de fibra dietética a partir de bagazo de caña de azúcar
(*Saccharum officinarum L*) para la elaboración de hojuelas”**

AUTORA

Fritzi Lilibeth Llivicura Chango

TUTORA

Dra. Ana Lucía Chafla Moina

PUYO – ECUADOR

Febrero, 2020

AUTORÍA

Declaro que el presente proyecto de investigación titulado: “**EXTRACCIÓN DE FIBRA DIETÉTICA A PARTIR DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum L*) PARA LA ELABORACIÓN DE HOJUELAS**” es de mi autoría, como los juicios comparativos, ideas, análisis. Por ello es que cedo los derechos a la Universidad Estatal Amazónica, para que pueda ser utilizado como material de apoyo de consulta o lectura en la biblioteca de la institución.

Puyo, 24 de enero del 2020

Autor

Fritzi Lilibeth Llivicura Chango

CERTIFICADO DE CULMINACION DEL PROYECTO

En mi calidad de Directora del proyecto de investigación titulado: **“EXTRACCIÓN DE FIBRA DIETÉTICA A PARTIR DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L) PARA LA ELABORACIÓN DE HOJUELAS”** de autoría de la Srta. Fritzi Lilibeth LLivicura Chango, estudiante de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial. ***Certifico*** haber acompañado en la ejecución del Proyecto de Investigación y considero cumple con los lineamientos y orientaciones establecidas en la normativa vigente de la institución. Por tanto, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del tribunal designado por el Departamento de Ciencias de la Tierra.

Puyo, 24 de enero del 2020

Dra. Ana Lucía Chafla Moína

DIRECTORA



UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND



Oficio No. 39-SAU-UEA-2020

Puyo, 27 de enero de 2020

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Proyecto de Investigación correspondiente a la egresada LLUVICURA CHANGO FRITZI LILIBETH con C.I. 1600530073, con el Tema: "**EXTRACCIÓN DE FIBRA DIETÉTICA A PARTIR DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (Saccharum officinarum L) PARA LA ELABORACIÓN DE HOJUELAS**", de la carrera, Ingeniería Agroindustrial. Directora del proyecto Dra. C. Ana Lucía Chafra PhD, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 4%, Informe generado con fecha 23 de enero de 2020 por parte de la directora, conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco MSc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND - UEA - .

Urkund Analysis Result

Analysed Document: Proyecto_Llivicura_Final.docx (D62903133)
Submitted: 1/23/2020 10:45:00 PM
Submitted By: \${Xml.Encode(Model.Document.Submitter.Email)}
Significance: 4 %

Sources included in the report:

TESIS GALLETAS.docx (D9815319)
Proyeccion de investigacion cap. I, II y III.docx (D35275690)
TESIS - OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE FIBRA DIETÉTICA A PARTIR DE LA CÁSCARA DE MANGO HADEN.docx (D44240974)
https://www.researchgate.net/publication/309105801_Caracterizacion_de_la_Funcionalidad_Tecnologica_de_una_Fuente_Rica_en_Fibra_Dietaria_Obtendida_a_partir_de_Cascara_de_Platano
<http://181.112.224.103/handle/27000/4273>
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/7660/1/TESIS%20ALIMENTACION%20SALUDABLE%20DEL%20ADULTO%20MAYOR.pdf>
<http://200.0.29.102/material/migracionOA/UTPL/Biologica/IndustriasAgropecuarias/3/670X164.pdf>
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3263/1/PAL268.pdf>
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2843>
<https://docplayer.es/98337104-Universidad-nacional-de-san-agustin-de-arequipa-facultad-de-ciencias-biologicas-escuela-profesional-de-ciencias-de-la-nutricion.html>
<https://docplayer.es/45724870-Investigacion-y-desarrollo-en-ciencia-y-tecnologia-de-alimentos.html>

Instances where selected sources appear:

19

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación de proyecto de investigación aprueba el proyecto de investigación titulado: **“EXTRACCIÓN DE FIBRA DIETÉTICA A PARTIR DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L) PARA LA ELABORACIÓN DE HOJUELAS”**.

Dr. Amaury Pérez
Presidente del tribunal

Dr. Manuel Pérez
Miembro del Tribunal

MSc. Carlos Pico
Miembro del Tribunal

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme bendecido y brindarme parte de su sabiduría durante toda esta trayectoria y permitirme cumplir con este sueño anhelado.

A mis hermanas Kesly, María y hermano Ariel, por su comprensión, paciencia, tolerancia y apoyo incondicional que me dieron durante esta etapa universitaria.

A mis padrinos quienes jugaron un papel muy importante durante todo este tiempo, por sus consejos y apoyo que de una u otra manera que me brindaron.

A mi tutora quien ha sido un apoyo incondicional como docente, y principalmente por su paciencia, tolerancia durante este tiempo de la elaboración del proyecto de investigación.

DEDICATORIA

Con todo mi amor y respeto a mi madre Glandy Elizabeth Chango Loja y a mi padre Luis David Llivicura Merchán, quienes con su esfuerzo siempre me apoyaron en todos los sentidos, haciéndome notar que era el esfuerzo de los tres por el cual no debía rendirme y así cumplir con uno más de mis sueños y anhelos planteados en mi vida.

RESUMEN

El presente proyecto tuvo como objetivo extraer el contenido de fibra dietética total (FDT) a partir del bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L*) para la elaboración de hojuelas. Se empleó el método químico ácido/base para la extracción de la FDT. En la formulación de hojuelas se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres niveles de adición de FDT al 10, 15 y 20% con tres repeticiones. El porcentaje de rendimiento de la materia prima fue de 42.8% de bagazo tratado del cual se obtuvo 63.79% de FDT. Densidad aparente 0.5 g/mL con un coeficiente de variación de 2.8 inferior a la densidad aparente del bagazo de caña que fue de 3.2, el tamaño de partícula correspondió al 97% \pm 0.35 obtenido de un tamiz de 5 μ m, la capacidad de hinchamiento fue superior en la FDT con un valor de 24.34% con respecto al bagazo que obtuvo el 15.56%, en cuanto a la capacidad de retención de agua la FDT obtuvo un valor de 1.53 \pm 0.02 con diferencia significativa ($P < 0,05$) al bagazo de caña 1.4 \pm 0.05. En el análisis sensorial de las hojuelas formuladas con diferentes niveles de adición de FDT (10, 15 y 20%), el tratamiento que obtuvo la mejor aceptación en cuanto al sabor (44%), textura (32%) y sensación en la boca (36%) fue el tratamiento T002 con 15% de adición de FDT, y en cuanto al color y olor resaltó el tratamiento T001. La FDT podría ser una buena alternativa de materia prima para elaborar hojuelas.

Palabras clave: Bagazo de caña, fibra dietética, hojuelas.

ABSTRACT

The main aim of this project was to extract the content of total dietary fiber, from sugarcane bagasse (*Saccharum officinarum* L) in order to make flakes. It was used the acid chemical method / based for the extraction of the TDF In the formulation's flakes were applied a completely random design (CRD) with three levels of addition of TDF to 10, 15 and 20 percent with three repetitions. The percentage of the row material performance was of 42.8 percent of treated bagasse, which it was obtained 63.79 percent of TDF. With an apparently density of 0.5 g/ml with a coefficient variation of 2.8 lower than apparent density of the cane bagasse it was of 3.2, the particle size it was corresponded to 97 percent =0.35 obtained from a sieve of 5 μ m, the swelling capacity was higher in the TDF with a value of 24.34 percent in relation to the bagasse it got 15.56 percent, regarding to water retention capacity TDF got a value of 1.53 ± 0.02 with a significant difference ($P < 0,05$) to cane bagasse 1.4 ± 0.05 . The sensory analysis of the flakes formulated with different levels of addition of TDF (10, 15 y 20%), the treatment that got the best acceptance of taste (44%), texture (32%) the mouthfeel (36%) the treatment was T002 with fifteen percent of addition from TDF, as for the color and scent the treatment stood out T001. TDF could be a good alternative of raw material.

Keywords: Cane bagasse, dietary fiber, flakes

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I	1
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos:	3
CAPÍTULO II	4
2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	4
2.1. Bagazo de la caña de azúcar	4
2.2. Fibra dietética	4
2.3. Métodos para extraer la fibra dietética:	5
2.4. Alimentos funcionales	7
2.5. Productos alterativos enriquecidos con fibra dietética.	7
Hojuelas:	8
Valor Nutritivo de las hojuelas de trigo:.....	8
CAPÍTULO III	10
3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	10
3.1. Localización.....	10
3.2. Tipos de investigación	10
3.3. Metodología de investigación	10
3.3.1. Materia prima	10
3.4. Procedimiento para la extracción de la Fibra Dietética del bagazo de la caña de azúcar.....	11
3.5. Procedimiento para la elaboración de hojuelas con la Fibra Dietética del bagazo de la caña de azúcar más harina de trigo.....	12
CAPÍTULO IV	16
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
4.1. Determinación del rendimiento de la materia prima.....	16
4.2. Determinación del contenido de Fibra Dietética Total.....	17
4.3. Determinación de las propiedades físico químicas del bagazo de caña y la FDT	18

4.3.1.	Determinación de densidad aparente.....	18
4.3.2.	Determinación del tamaño de partícula.....	19
4.3.3.	Determinación de la capacidad de hinchamiento (CH) de la FDT y bagazo de caña	19
4.3.4.	Determinación de la capacidad de Retención de Agua (CRA) de la FDT y Bagazo de caña a 24 horas.....	20
4.4.	Determinar el nivel óptimo de adición de fibra dietética en la elaboración de hojuelas	21
4.4.1.	Análisis sensorial de las hojuelas a base de FDT de bagazo de caña	21
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
5.1.	Conclusiones	27
5.2.	Recomendaciones	27
CAPITULO VI.....		28
6	BIBLIOGRAFÍA.....	28
CAPITULO VII		31
7	ANEXOS.....	31

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una gran tendencia hacia el consumo de alimentos nutritivos, seguros y que además tenga características funcionales para prevenir o incluso remediar problemas de salud, como la obesidad, diabetes, desnutrición, cardiopatías que se asocian al comportamiento alimentario y a un estilo de vida sedentario, que, unido a un incremento en los requerimientos nutricionales, dificultan el seguimiento de dietas sanas y equilibradas (Marques et al., 2015).

Los alimentos funcionales, ya sean alimentos naturales o modificados, que contienen características específicas, destacándose los productos con "probióticos", "prebióticos", "fitoesteroles" y "fibras", pueden contribuir al mantenimiento del estado de salud y bienestar o bien a la reducción del riesgo de padecer una determinada enfermedad especialmente si el consumo de estos alimentos se enmarca en el contexto de una sociedad desarrollada y cada vez más longeva (Tapia, Hajar, Estrada, Ayudante, & Solano, 2017)

Por tal razón, la industria alimenticia está valorando diversas materias primas que contengan características funcionales, entre ellas están los residuos orgánicos de mayor importancia y relevancia como: las cáscaras, las semillas, las pulpas, vegetales que no cumplen con los estándares de calidad, los desechos productos de deshoje, que tienen altos contenidos de vitaminas, antioxidantes, minerales y fibras, componentes de los alimentos que hoy en día están siendo estudiados por su aporte sobre todo en el contenido de fibra (Escudero Álvarez & González Sánchez, 2006)

Varias investigaciones se enfocan en la búsqueda de fibra a partir de residuos agroindustriales, como el bagazo de caña de azúcar que en la actualidad es utilizado como pulpa para la elaboración de papel, abono orgánico y principalmente como fuente de energía en la industria panelera (Saval, 2012).

El bagazo es el residuo o remanente de los tallos de la caña de azúcar después que ésta ha sido sometida al proceso de extracción del jugo azucarado, saliendo del último molino con un 50% de humedad y un contenido residual de sacarosa de alrededor del 4 % (base seca).

Acorde a Valiño, Elías, Torres, Carrasco, and Albelo (2004) químicamente, el bagazo de la caña de azúcar está compuesto por aproximadamente 41-44% de celulosa, 25-27% de hemicelulosas, 20-22% de lignina y 8-10% de otros componentes, que en su conjunto forman la fibra dietética (Tapia, Paredes, Simbaña, & Bermúdez, 2006)

Entre las alternativas que han utilizado la fibra dietética, está las sopas instantáneas de verduras deshidratadas, pastas, y los productos provenientes de panificación como galletas, quequitos, panecillos, entre otros. Estos resaltan por formar parte de la canasta básica familiar, es por ello que en este proyecto se realizó el empleo de la fibra dietética en hojuelas o cereales son elaborados a partir del trigo, cebada, el arroz, avena, etc. Hoy en día es considerado como uno de los productos de mayor consumo, por su aporte energético que este nos brinda al consumirlo (Molina, 2012).

1.1. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, se evidencia que, en el sector agroindustrial no existe un marcado crecimiento productivo, siendo las falencias más importantes: la escasa aplicación de nuevas tecnologías, el limitado desarrollo de productos, empaques y maquinaria, una deficiente integración y organización a nivel de toda la cadena productiva, un lento progreso comercial, y un heterogéneo nivel de calidad, que han limitado su competitividad (Baquero & Lucio Paredes, 2010). Además, estas falencias se han visto agravadas por la disposición final de residuos y subproductos que generan los procesos agroindustriales, considerados como un foco de contaminación ambiental.

En Pastaza, el crecimiento agroindustrial se centra en la transformación de productos provenientes del sector agrícola y pecuario, siendo el más relevante, el sector agrícola con la producción de panela, que en la actualidad existen alrededor de 52 paneleras a nivel provincial (Salazar Riofrío, 2012).

La creciente transformación de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L*) en panela y sus derivados, han generado la acumulación de residuos lignocelulósico (Bagazo) que representa el 25% del total de la materia prima después de la extracción del jugo. La disposición final de estos residuos son empleados como fuente de energía, lo que podría ocasionar cambios en

la composición del aire por el tamaño de las partículas que se generan en la ceniza (Salazar Riofrío, 2012).

Por tal razón, es necesaria la búsqueda de nuevas alternativas en la utilización del bagazo como el aprovechamiento del contenido de fibra dietética que se caracteriza por su funcionalidad beneficiosa en el organismo, ya que actúa como factor de regulación intestinal, aporta en la reducción del colesterol en la sangre y también ayuda a reducir la capacidad de absorción de la glucosa además de otras funciones cuando se consume entre 20 a 30 g por día (Chamorro & Mamani, 2015). Para aprovechar la fibra dietética del bagazo de caña se utilizará en la elaboración de hojuelas como un alimento funcional.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Es posible aprovechar el bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L*) para extraer la fibra dietética y elaborar hojuelas en Pastaza?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Extraer el contenido de fibra dietética a partir del bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L*) para la elaboración de hojuelas

1.3.2. Objetivos específicos:

- 1) Determinar el rendimiento de fibra dietética del bagazo de caña de azúcar, extraído por el método químico
- 2) Evaluar las propiedades físicas y químicas de la fibra dietética obtenida del bagazo de caña de azúcar
- 3) Determinar el nivel adecuado de adición de fibra dietética en la elaboración de hojuelas a partir del análisis organoléptico.

CAPÍTULO II

2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Bagazo de la caña de azúcar

El bagazo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum L*) es el resultado del proceso la extracción del jugo o guarapo, según el tipo de caña blanca o roja se emplea en la elaboración de melcochas, panelas y para la destilación del alcohol entre las diferentes industrias azucareras y en particular en pequeñas industrias paneleras se produce alrededor de 158000 toneladas anuales de bagazo (Salazar Riofrío, 2012).

El bagazo, es un componente 100 % degradable, fibroso y heterogéneo debido a su granulometría y estructura con un elevado contenido de humedad entre el (45 -57) %, además de estar compuesto por solidos solubles (2-3 %), solidos no solubles (2-3) % y en su mayoría por fibra con el 45 %. Actualmente, es empleado para la combustión, debido a que químicamente está constituido por el 45 % de oxígeno, 2.5 % de cenizas, 6.5% de hidrógeno, y por ultimo con el 47 % de carbono, y además es ocupado a la vez como abono orgánico, alimento para animales y para la elaboración de papel (Domínguez–Domínguez, Álvarez–Castillo, Granados–Baeza, & Hernández–Campos, 2012) .

2.2. Fibra dietética

Según Chamorro and Mamani (2015) es aquella que se encuentra en los vegetales y no es fácilmente digerida por el aparato digestivo, además que se puede encontrar dos tipos de fibra la soluble e insoluble es decir de acuerdo a la capacidad de dilución en el agua, sin embargo, de acuerdo al tipo de fibra desempeñan una función en particular el cual ayuda a prolongar la aparición precoz de enfermedades.

La fibra soluble es importante para reducir los niveles de la glucosa y colesterol en la sangre a diferencia de la fibra insoluble, ésta al ser fermentada por las bacterias, actúa como laxante porque mejora la circulación intestinal, además aumenta el peso del material fecal y contribuye a mejorar el sistema gastrointestinal según Escudero Álvarez and González Sánchez (2006).

El efecto de la funcionalidad por parte de la fibra dietética en el organismo que lo ingiere tiene que ver con la forma y manera que es ingerida, debido a que ciertos estudios realizados demuestran que entre más viscosa mejor efecto tendrá, además que la fibra dietética genera la sensación de saciedad o llenura evitando así ingerir alimentos innecesarios y esto es beneficioso en el caso de las personas diabéticas y de sobrepeso, pero sin embargo el asociar a la fibra dietética con productos derivados del trigo sus funciones tienden a ser más efectivas (Escudero Álvarez & González Sánchez, 2006).

Según Justo et al. (2007) hoy en día es tan importante la ingesta de la fibra dietética, que se está realizando estudios experimentales con la finalidad de elaborar y de proporcionar alimentos al organismo que contengan la combinación de dicho componente con otros alimentos ya existentes como: galletas con la adición de harina de bagazo, hojuelas de diversos cereales, panecillos mezclados con polvo de mango, fibra dietética con cereales en cupcakes, sopas deshidratadas entre otras.

2.3. Métodos para extraer la fibra dietética:

Para la extracción de la fibra dietética se puede mencionar tres métodos especiales además de ser los más utilizados, como es el método Físico, Químico y Biológico que sin embargo las condiciones de procesamiento del método cambian la composición y estructura de la fibra dietética (Días & Germán, 2017)

Métodos Físicos: Debido a su uso este es conocido como pretratamiento de los residuos, sin embargo, es parte fundamental para los métodos químicos y biológicos ya que es un complemento para éstos. El método físico puede ocasionar cambios o modificaciones de las propiedades en el resultado final de la obtención de la fibra dietética y por ello se considera inefectivo, entre los métodos que menciona (Mendoza, 2007) son los siguientes:

Extrusión: Este método puede ocasionar rupturas de los enlaces polisacáridos que poseen ambas fracciones constituyentes de fibra dietética, lo cual ocasiona fragmentos moleculares, siendo adecuada éste método para los alimentos ricos en fibra insoluble, que a la vez según el tipo de extrusor y más las condiciones como la temperatura y humedad puede mejorar la calidad de fibra dietética obtenida Mendoza (2007).

Autoclave: Mediante este método se emplea altas temperaturas y presiones que puede producir efectos de rupturas en la estructura de la fibra dietética además de ocasionar grietas en la superficie que produce también por la alta presión que éste ejerce sobre los residuos ocupados (Mendoza, 2007).

Aplicación de vapor: Al igual que el método por autoclave este también consiste en someter a elevadas temperaturas y presiones con la finalidad de conseguir una expansión súbita para obtener una limpieza de las fibras, pero con la diferencia de se logra la higroscopicidad, la solubilización y finalmente la conversión enzimática de ciertos polisacáridos (Mendoza, 2007).

Métodos químicos: Consiste en ocasionar alteraciones en la composición química de la misma materia, mediante el empleo de equipos y reactivos, produciendo una reacción con la finalidad de convertir en otras sustancias que no causen daño al medio ambiente y pueda ser reutilizadas en algún otro proceso industrial. De tal forma el método químico es el más empleado y se considera el más efectivo, entre el método que menciona según (García-García, Bordallo-López, Dopico-Ramírez, & Cordero-Fernández, 2013) es el siguiente:

Hidrólisis ácida y alcalina: Para éste método se toma la muestra y es sumergida en una solución ácido/alcalina en concentraciones de 1 % y 2 %, con una temperatura entre 50 a 70 °C por 15 minutos (García-García et al., 2013).

Método biológicos: Son aquellos que se realizan por la acción biológica de microorganismo, es aplicado en materias orgánicas que pueden ser degradadas en productos inocuos, este es un método específico en la determinación, sabiendo que las condiciones de aplicación del método cambian la composición de la fibra dietética de acuerdo a Neida and Elba (2007) existen los siguientes métodos.

Químico-Enzimático: Son técnicas usualmente empleadas en la extracción de fibra dietética, esta conduce a efectos deseables e indeseables en las propiedades físico - químicas y funcionales (CAUICH, 2016).

Enzimáticos: Se utiliza de dos a tres enzimas como la amilasa, amiloglucosidasa, y la proteasa, estos se ocupan también para eliminar almidón, proteínas y el azúcar soluble aumentando así la complejidad y coste, sin embargo quien la utiliza lo hace porque el método químico enzimático tiene un menor rendimiento en la obtención de fibra dietética (Carhuamaca Loardo & Rivera Azorsa, 2016).

Fermentativo: Es aquel proceso en la que surge cambio químicos y físicos debido a la fermentación biológica y natural que se realiza en ausencia del oxígeno, se realiza también una oxidación debido al proceso metabólico de los carbohidratos y otros compuestos (Neida & Elba, 2007).

2.4. Alimentos funcionales

Según Araya and Lutz (2003) son aquellos productos alimenticios que han sido modificados, añadido o incluido un ingrediente o componente en particular como sales, vitaminas, carbohidratos, en su formulación normal para que el producto además de satisfacer un gusto o deseo, el alimento aporte beneficios para el organismo, beneficios los cuales nos ayuden a prevenir la aparición de enfermedades o afecciones que pongan en riesgo la salud.

Cabe recalcar que funcional no es lo mismo que nutritivo debido a que un alimento nutritivo es aquel que aporta nutrientes requeridos en algún momento o etapa de la vida, a diferencia de un alimento funcional es aquel cuyos componentes tomados de la dieta diaria brindan beneficios más allá de los nutricionales y que además se trata de un alimento y no de un medicamento, tradicional o no tradicional que a partir de ellos se elabora otros alimentos (Cámpora, 2016).

Además, hoy en día la tendencia de los consumidores es optar por alimentos que realicen una función en el organismo y más no que solo sacien un deseo o gusto, sin embargo por falta de innovación de tecnologías y vinculación con las ya existentes son limitados los alimentos funcionales en el mercado (Alvídrez-Morales, González-Martínez, & Jiménez-Salas, 2002).

2.5. Productos alterativos enriquecidos con fibra dietética.

Son aquellos productos alimenticios que poseen características peculiares como la forma, sabor, color, textura entre otras, pero son aptas para consumirlas, sin embargo, al referirnos de la industria alimentaria y en especial de la agroindustria que es la que pretende obtener mejoramientos de productos tradicionales, crear productos diferentes llenando todas las expectativas de los consumidores (González Orellana, 2014)

Según González Orellana (2014) la alimentación es parte de las necesidades fisiológica del ser humano, debido a que es considerado como el factor principal del estado de salud del

consumidor, ya que a una buena alimentación una buena salud y a una mala alimentación una mala salud, como puede ser resultado de una mala salud es la obesidad que se ha encontrado hoy en día.

Por tal motivo se establecen productos alternativos enriquecidos en fibra dietética ya que en EEUU se recomienda el consumo diario de cinco porciones entre frutas y verduras que contengan fibra dietética, sin embargo son pocas las personas que ingieren la porción recomendada, es por ello que los diferentes mercados se están direccionando en la elaboración de productos alimenticios el cual permitan cumplir con la ingesta sugerida por su contenido considerable de fibra dietética (Lara, 2013).

Hoy en día la tendencia de los alimentos es con el enriquecimiento en fibra dietética con la finalidad de ofrecer al consumidor los beneficios fisiológicos que pretende una alimentación rica con este componente. Las aplicaciones tecnologías de la fibra dietética no son limitadas porque se emplean en otras formulaciones simplemente como enriquecedores, espesantes, y otros. Sabiendo que la forma o manera más novedosa de presentar un producto y que sea aceptado es mediante las golosinas o mediante productos horneados como la panificación o cereales (Lara, 2013).

Hojuelas:

Son conocidos como cereales, es un producto alimenticio empacado y además es considerado como apto para todos los consumidores, pero principalmente para el consumo infantil. Según Lara (2013) los cereales generalmente son elaborados a partir de frutos herbáceos pertenecientes a las gramíneas, sin embargo entre las más importantes son aquellos que provienen del trigo, centeno, maíz, arroz, avena, sorgo y mijo, aunque hoy en día se está elaborando hojuelas con otras materias de diferente composición como lentejas, frijoles, alverja, entre otras.

Valor Nutritivo de las hojuelas de trigo:

Según León and Villacorta (2010) algunos granos son deficientes en aminoácidos en principal como la lisina, es así que para conseguir una dieta balanceada se combine con otros alimentos con el afán de cubrir los nutrientes faltantes, como en caso de los cereales de trigo

se les agrega hierro y ácido fólico para enriquecer la harina de trigo por la pérdida de vitaminas durante su obtención, por tal motivo las hojuelas son el alimento de mayor consumo y para obtener un mayor enriquecimiento de estas se combinará con la fibra dietética y entre sus valores nutritivos se encuentra en la **Tabla 1**.

Tabla 1 Composición del valor nutritivo de las hojuelas de Trigo

Valor Nutritivo de la Harina de Trigo

Nutriente	Porcentaje
Carbohidratos	58 -72 %
Proteínas	8 – 13 %
Grasas	2 – 5 %
Fibra no digerible	2 – 11 %
Vitaminas y Minerales	Trazas

Fuente: **(Encinas, 2019)**

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La presente investigación se realizó en la Universidad Estatal Amazónica ubicada en el km 2. ½ vía Tena, Provincia de Pastaza, en el laboratorio de Química y el laboratorio de Procesos Agroindustriales. La recolección de la muestra se realizó en la panelera “Santa Rosa” de la Parroquia Fátima barrio las Américas en el km 3 vía Puyo-Tena.

3.2. Tipos de investigación

El presente proyecto se orientó a una investigación cuantitativa experimental empleando como guía las fuentes bibliográficas.

3.3. Metodología de investigación

Se mantuvo una variable constante como es el contenido de fibra y el conjunto de variables sujetos a experimentación como la composición química y física de la fibra dietética extraída del bagazo de caña de azúcar.

El presente proyecto se llevó a cabo en dos fases:

1. Obtención de la fibra dietética del bagazo de caña por el método químico
2. Formulación de hojuelas a base de fibra dietética de bagazo

3.3.1. Materia prima

El bagazo de caña de azúcar se obtuvo de la panelera Santa Rosa ubicada en el barrio las Américas de la ciudad de Puyo concerniente a la provincia de Pastaza, se utilizó bagazo fresco de la producción diaria de esta panelera.

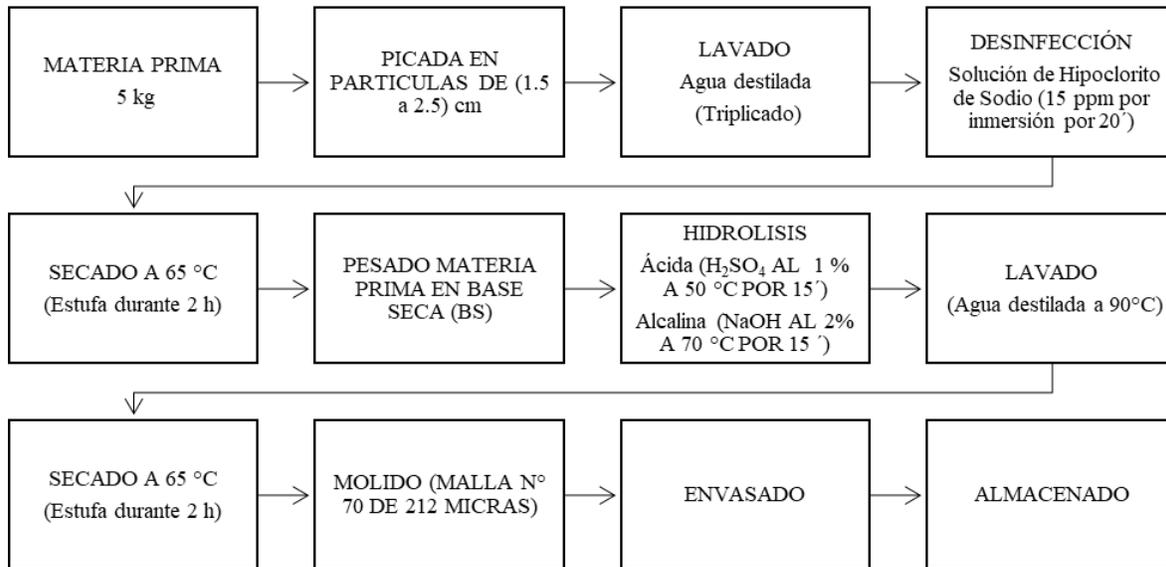


Figura 1 Diagrama de flujo de la extracción de la fibra dietética.

3.4. Procedimiento para la extracción de la Fibra Dietética del bagazo de la caña de azúcar.

Para la obtención de la fibra dietética (FDT) se siguió una serie de etapas como se visualiza en la Figura 1, empezando por la obtención de la materia prima que fueron 5 kg de bagazo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum L*) fresca, posteriormente el bagazo de caña se picó en un molino de cuchilla hasta una reducción de partícula de 1.5 a 2.5 cm, después el bagazo de caña se colocó en un recipiente con agua destilada a temperatura ambiente y en agitación constante por 5 min, luego se desinfectó para ello se colocó la materia prima lavada en una solución de 15 ppm hipoclorito de Sodio por inmersión durante 20 min, para el secado la materia prima lavada y desinfectada, se colocó en la estufa a 65° C durante 2 horas, obteniendo 1,641 kg de la materia prima en base seca. Por otra parte se realizó una hidrólisis ácida/alcalina tomando 500 gramos de materia prima que se sumergió en una solución de ácido H₂SO₄/alcalino NaOH 1 y 2% a 50 y 70°C durante 15 min., respectivamente, por tal razón el bagazo de caña se colocó en un recipiente con agua destilada a 90 °C y en agitación constante por 10 min, hasta que se obtuvo un pH neutro, del mismo modo se realiza el secado de la materia prima hidrolizada, finalmente la fibra seca se trituroó con un molino de tamiz # 70/212 µm hasta obtener un polvo homogéneo que luego fue envasada y almacenada la fibra extraída en fundas de ziploc a temperatura ambiente.

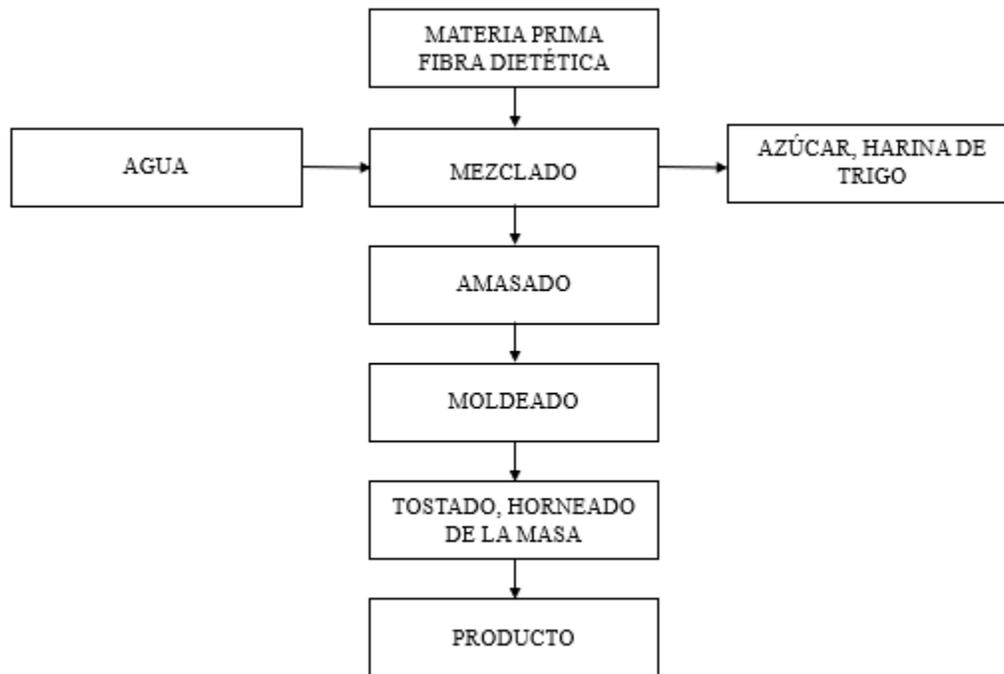


Figura 2 Diagrama de flujo para la elaboración de hojuelas

3.5. Procedimiento para la elaboración de hojuelas con la Fibra Dietética del bagazo de la caña de azúcar más harina de trigo.

En la Figura 2. Se puede observar una serie de pasos para la elaboración de hojuelas considerando como materia prima principal para la elaborar las hojuelas se empleó la fibra dietética obtenida, la misma que se mezcló con harina de trigo que es la tradicional para la elaboración de cereales y además de que esta nos ayudó a la compactación y formación de las hojuelas, se agregó azúcar y para formar la masa se añadió agua y procedimos a realizar un amasado suave y ligero para que compacte entre la fibra y harina y no haya la presencia y formación de grumos. Seguidamente, procedimos a realizar el moldeado para las hojuelas y someterles a un proceso de tostado u horneado de la masa finalmente se obtuvo el producto esperado (Lara, 2013).

La metodología empleada para la extracción de fibra dietética de bagazo (BC) de caña de azúcar fue la propuesta por Gutiérrez (2002).

Tabla 3. Diseño de Experimento para la extracción de Fibra Dietética

Materia Prima	Tamaño de muestra	Repetición	Total
Bagazo de caña (BC)	1 kg	3	3 kg

Para la formulación de hojuelas a base de fibra dietética de bagazo, se empleó la metodología propuesta por Lara (2013). El diseño experimental propuesto fue un Diseño Completamente al Azar (DCA).

Tabla 4. Diseño de Experimento para la Formulación de hojuelas a base de Fibra Dietética

INGREDIENTES	TRATAMIENTOS		
	T1	T2	T3
% Fibra Dietética (BC)	10	15	20
% Harina de trigo	40	35	30
% Azúcar	48	48	48
% Agua	2	2	2
% Total	100	100	100

Mediciones Experimentales.

Análisis Físico Químico

- **Determinación de densidad:** Se determinó mediante el método descrito por Gujska & Khan (1990). Para ello se colocó la fibra en una probeta de 10 ml y se determina el peso de la harina utilizada, de igual manera en otra probeta se del mismo volumen se llenó de agua y se obtuvo la densidad por la relación masa volumen. (Manobanda Cunalata, 2017).
- **Tamaño de partículas:** se determinó según la Norma INEN 517 (1980-12) (2016a). Para ello, se colocaron 100 g de FD en un juego de 2 tamices y una base, previamente pesados, colocados uno encima del otro de acuerdo a la abertura de la malla, iniciando en la parte superior con el tamiz número 40 (1 μ m) y finalizando en el tamiz número 100 (0,5 μ m) y la base. Los tamices fueron agitados manualmente durante 15 minutos. Finalmente se pesó el tamiz más la FD retenida en cada una de las mallas. Se

determinó el módulo de finura y el coeficiente de uniformidad (Manobanda Cunalata, 2017).

- **Capacidad de Hinchamiento (CH):** Se utilizó 0.2g de fibra y se le midió el volumen que ocupa en una probeta de 10 mL, luego se adicionó 5mL, se agita y deja en reposo por 24h a temperatura ambiente posteriormente, y finalmente se mide el volumen final de la muestra (Baena & García, 2012).
- **Capacidad de retención de agua (CRA):** En un tubo de centrifuga se pesará 0.1g de fibra, se adiciona 5ml de agua, se agita por 10min manualmente, se deja en reposo durante 24 h, y al pasar ese tiempo se centrifuga en una centrifuga (Hettich EBA 20 a 2000rpm) por 15min, y se retira el sobrenadante y se pesará el sedimento (Baena & García, 2012). Posteriormente se lo sometió a un proceso de secado a 40 °C por 2 horas o hasta alcanzar un peso constante. Para luego se pesó en base seca.
- **Determinación de cenizas:** Las muestras de FD se depositarán en crisoles previamente tarados. Los mismos los cuales fueron calcinados y después fueron llevados a una mufla a una temperatura de 525 °C, durante 5h (Baena & García, 2012).
- **Determinación de pH:** Tomar una porción de la muestra previamente preparada, mezclarla bien por medio de un agitador y ajustar su temperatura a $20^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$.
7.3 Sumergir él (los) electrodo (s) en la muestra de manera que los cubra perfectamente. Hacer la medición del pH. Sacar el (los) electrodo (s) y lavarlos (s) con agua.

Características Organolépticas

Con la finalidad de determinar el grado de aceptabilidad de las hojuelas, se realizó la evaluación sensorial al mejor tratamiento con una prueba de aceptación empleando 25 catadores aleatorios no entrenados mediante una escala hedónica de 5 puntos y se evaluaron los siguientes parámetros:

- Determinación del sabor
- Determinación del olor
- Determinación del color
- Determinación de la textura

- Determinación de la sensación en la boca

Esto se llevó a cabo al segundo día de elaboración de las hojuelas que fueron mantenidas en almacenamiento a temperatura ambiente.

Análisis de datos

Las determinaciones fisicoquímicas se realizaron por triplicado y los valores presentados corresponden al promedio. Los resultados de las pruebas sensoriales fueron analizados mediante análisis de los estadísticos descriptivos y el test univariado de análisis de varianza

En la evaluación de la formulación de las hojuelas, las variables dependientes, se analizaron mediante la técnica del análisis de varianza de medidas repetidas y se consideró los efectos de adición fibra dietética y harina. El análisis se realizó mediante el paquete estadístico S.A.S (Statistical Analysis System).

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación del rendimiento de la materia prima.

Una vez seleccionada la muestra se procedió a la obtención de la materia prima destinada a la extracción de la fibra para lo cual se partió de 3 kg de bagazo fresco el mismo que fue sometido a un proceso de lavado, desinfección y secado a 65°C. Obteniéndose el siguiente porcentaje de rendimiento de la materia prima.

Tabla 4. Porcentaje de rendimiento de la materia prima

MUESTRA	MUESTRA	% RENDIMIENTO	EE
FRESCA	SECA	MS	
5 kg	1.64 Kg	42.8	±0.97

EE: Error Estándar de las medias (n=3)

El porcentaje de rendimiento del bagazo de caña obtenido en la presente investigación (42.8 %±0.97) es inferior a la encontrada por Villar, Montano, and ICIDCA (2008) quienes reportan un contenido de 45% MS en bagazo de caña utilizado en la alimentación animal y al reportado por García-García et al. (2013) en la obtención de celulosa microcristalina a partir del bagazo de la caña de azúcar. La variación en el porcentaje de rendimiento de la materia prima en base seca puede ser debido a factores externos como la eliminación de impurezas, procesamiento de la muestra y principalmente a la técnica de secado.

En los procesos agroindustriales es muy importante tener en cuenta el porcentaje de rendimiento de la materia prima, debido a que por lo general ésta se obtiene "en bruto", la misma que será sometida a procesos de transformación, manipulaciones previas a su utilización (limpieza, descarga de partes superfluas, pelado, etc.), y por lo tanto puede influir en el costo de producción del producto final.

4.2. Determinación del contenido de Fibra Dietética Total

Para obtención de la fibra dietética total se realizó la extracción a través del método químico, en base a la técnica de hidrólisis ácida-básica (H_2SO_4 al 1 % a 50 °C por 15 min; NaOH al 2 % a 70°C por 15 min). El porcentaje de fibra dietética extraída del bagazo de caña se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Contenido de fibra dietética total a partir del bagazo de caña

% FIBRA DIETÉTICA TOTAL	EE
63.79	±0.74

EE: Error Estándar de las medias (n=3)

El contenido de fibra dietética total (FDT) fue de 63.79%±0.74, obtenida a partir de bagazo de caña hidrolizado. Si comparamos con fibras dietéticas comúnmente utilizadas, resulta ser superior a otras fuentes de fibra reportadas por varios autores: Cañas, Molina, and Rodríguez (2011) quienes reportaron valores de FDT de naranja de 35 a 36% y piña de 25%; salvado de arroz, con un porcentaje de FDT de 48.22% según Sailema (2011), y plátano con un nivel de FDT expresado por Alarcón et al. (2013) de 46.79%. Otros recursos como el bagazo del maíz, que presentó valores de FDT de 17.65% (Carhuamaca & Rivera, 2016), se encuentra en un nivel muchos más bajo al encontrado en la presente investigación. También se determinaron contenidos de fibra dietética total con valores similares al obtenido en la investigación como es el caso de la cáscara de limón reportada por Figuerola, Hurtado, Estévez, Chiffelle, and Asenjo (2005) quienes obtuvieron valores de FDT que oscilan entre 60.1% y 68.3%.

Slavin (2008) y Commision (2009) mencionan que “Una fuente de fibra relativamente alta, sugeriría que tiene un gran potencial para su aplicación como ingrediente que aportaría una fracción fibrosa en cantidades significativas en productos procesados con miras a buscar que una inclusión mínima de fibra dietaría pueda beneficiar al consumidor con los efectos fisiológicos registrados en la literatura científica.

Alabaster, Tang, Shivapurkar, and toxicology (1997) mencionan “Existen fuentes de fibra reconocidas por sus efectos benéficos sobre los intestinos poseen un componente mayoritario de fibra insoluble con respecto a su valor de FDT; tal es el caso del salvado

de trigo, cuyo consumo ha sido fuertemente asociado a una disminución de la probabilidad de presentación de cáncer de colon aun cuando en la misma dieta se encuentran altas cantidades de grasa”. Este argumento indicaría que la FDT extraída del bagazo de caña podría tener un efecto importante sobre la salud intestinal y por tanto podría ser considerada como un ingrediente funcional en un producto de alto consumo como las hojuelas de cereales.

4.3. Determinación de las propiedades físico químicas del bagazo de caña y la FDT

Los resultados obtenidos de cada ensayo fueron analizados mediante estadística descriptiva, utilizando el coeficiente de variación (C.V.) para estimar la precisión del método y la variabilidad entre las muestras de bagazo de caña y la Fibra Dietética Total. Adicionalmente, para cada variable se extrajo el rango de variación representado por sus valores extremos.

4.3.1. Determinación de densidad aparente

Tabla 6. Valor promedio, rango de variación y variabilidad de la determinación de la densidad aparente de bagazo de caña y FDT

Tabla 6. Densidad aparente del bagazo de caña y la fibra dietética.

DENSIDAD (g/mL)	BAGAZO DE CAÑA	FDT
PROMEDIO	0.5	0.55
MÁXIMO	0.55	0.57
MÍNIMO	0.53	0.54
C.V	3.2	2.8

C.V. Coeficiente de variación

El mayor promedio de densidad aparente correspondió a la FDT con un valor de 0.55 g/ml, seguido del bagazo de caña con 0.5 g/mL

En el caso del bagazo de caña se encontró un valor alto para el C.V de 3.2, mientras que en la FDT el C.V. presentó un valor de 2.8. Se observa que la precisión de la

determinación pudiera estar asociada al tamaño de la porosidad (Keller & Håkansson, 2010), así como al tamaño de la partícula que presentan las muestras evaluadas.

4.3.2. Determinación del tamaño de partícula

El tamaño de partícula del bagazo de caña y la FDT, se determinó después de reducir las partículas en un molino de tamiz de 5 μ m, obteniendo el siguiente resultado.

Tabla 7. Tamaño de Partícula de la FDT en tamiz de 0.5 μ m

TAMAÑO PARTÍCULA	FDT (%)	EE \pm
0.5 μ m	97	0.35

EE: Error Estándar de las medias (n=3)

Los resultados obtenidos muestran que existe un porcentaje de 96% de partículas con tamaño correspondiente a 0.5 μ m, este valor obtenido es muy importante debido a que según Escudero Álvarez and González Sánchez (2006) “El tamaño de la partícula de la fibra puede influir en su capacidad de captar agua; factores influyentes en el procesado del alimento, como por ejemplo la molturación y la masticación, además se ha comprobado que cuanto mayor sea el tamaño de partícula, más capacidad de absorción de agua tiene, característica muy importante al tener en cuenta el refinado de algunos alimentos como la harina”.

4.3.3. Determinación de la capacidad de hinchamiento (CH) de la FDT y bagazo de caña

En la figura 1, la Capacidad de Hinchamiento de la FDT (24.34%) es superior a la que demostró el bagazo de caña (15.56%); la CH presenta diferencias altamente significativas; ($P < 0.05$), esto significa que la FDT tiene mayor capacidad de aumentar su volumen en un exceso de agua, por lo que podría provocar mayor saciedad y un aumento del bolo fecal (Rojas, 2010)

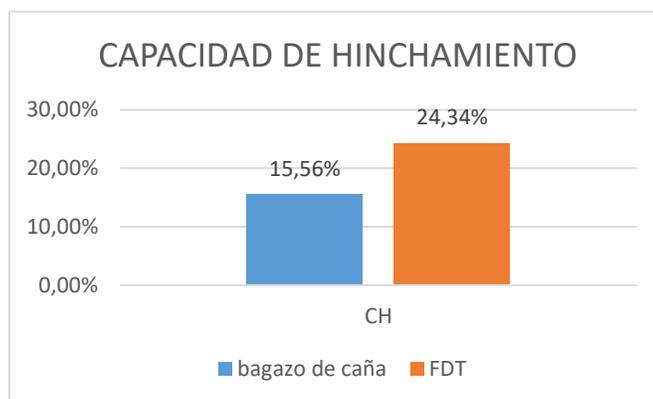


Figura 3 Análisis de la CH entre el bagazo de caña y la Fibra dietética

Nawirska and Kwaśniewska (2005) mencionan que: “Las diferencias en la CH pueden tener explicación por la composición química y por los tratamientos realizados para la extracción de las fibras.

Varios autores determinaron la CH de la fibra obtenida de diferentes muestras:

- Carhuamaca and Rivera (2016) demostraron que en la fibra obtenida a partir del bagazo de maíz tiene una capacidad de hinchamiento con una media de 7.14 ml /g.
- Baena and García (2012) mencionan que la CH de la fibra dietaría a partir de la cascarilla de las semillas tostadas de *Theobroma cacao L* es de 5.07 ml/g es considerando superior a la fibra dietaría del cacao foráneo debido a que resultó con CH de 3.87 ml/g.
- La fibra dietaría que se extrajo de la naranja según Cañas et al. (2011) tiene mayor capacidad de hinchamiento entre un 16,5 -23,0 mL H₂O/g pulpa seca, consideran entre el que mayor capacidad que ha tenido, en base a otras investigaciones realizadas.

4.3.4. Determinación de la capacidad de Retención de Agua (CRA) de la FDT y Bagazo de caña a 24 horas

En cuanto a la capacidad de retención de agua (CRA) (g de agua absorbida/g de fibra), la cual depende en gran medida del volumen de poros presentes en el recurso rico en fibra (Guillon & Champ, 2000), se puede observar (Tabla 8) que la cantidad de gramos de agua absorbidos por la FDT fue de 0.053 ± 0.002 y 0.04 ± 0.005 para el bagazo de caña, encontrándose diferencias significativas ($P > 0.05$).

Tabla 8. Capacidad de Retención de Agua del bagazo de caña y FDT a las 24 horas

CRA (g de agua absorbida/g de fibra)	
BAGAZO DE CAÑA	1.4 ± 0.05 ^a
FDT	1.53 ± 0.02 ^b

a,b: letras distintas difieren significativamente (P<0.05)

Lo anterior indica que estas fibras tienen similar susceptibilidad al estrés debido a la fuerza centrífuga esto nos ayuda a poder predecir el contenido de fibra soluble e insoluble (Román & Valencia, 2006).

García, Vargas, and Molina (2013) manifiestan: “Fisiológicamente la CRA es importante ya que la cantidad de agua retenida por la fibra es la que dará una función específica al organismo, por ejemplo, la alta cantidad de retención de agua de las fibras no solo incrementa la viscosidad del jugo intestinal, sino que también tiene una amplia implicación en alimentos.

- Según Carhuamaca Loardo and Rivera Azorsa (2016) quienes extrajeron la fibra dietética a partir del bagazo de caña de maíz, obtuvieron en la capacidad de retención de agua 8.80 g de agua por g de fibra.
- Turrado, Saucedo, Ramos, and Reynoso (2008), reportaron valores en dos muestras de fibras vírgenes de celulosa al transcurrir 24 h de hidratación de 1,40 y 1,25 (g de agua por g de fibra) respectivamente. Estos valores encontrados son similares a los determinados en la presente investigación.

4.4. Determinar el nivel adecuado de adición de fibra dietética en la elaboración de hojuelas

4.4.1. Análisis sensorial de las hojuelas a base de FDT de bagazo de caña

Para la evaluación sensorial de las muestras de hojuelas con diferentes niveles de FDT de bagazo de caña, se le asignó una calificación a cada uno de los atributos a analizar.

Tabla 9 Valoración de atributos de acuerdo al nivel de aceptación de las hojuelas.

Puntuación	
5	Me gusta mucho
4	Me gusta
3	Ni me gusta ni me disgusta
2	No me gusta
1	No me gusta nada

Cada panelista fue entrenado para realizar la degustación de las hojuelas, se comunicó las indicaciones correspondientes y se les entregó una funda con cada muestra debidamente identificada, así como una ficha de evaluación de los atributos a ser analizados. Se realizó una sumatoria de los puntos otorgados a los atributos calificados para cada formulación (Tabla 10).

Tabla 10. Respuesta de aceptabilidad en base al color

Puntuación	FORMULACION FDT					
		T001 - 10%		T002 - 15%		T003 - 20%
	N	%	N	%	N	%
5 Me gusta mucho	10	40	9	36	9	36
4 Me gusta	10	40	12	48	10	40
3 Ni me gusta ni me disgusta	5	20	4	16	4	16
2 No me gusta	-	0	-	0	2	8
1 No me gusta nada	-	0	-	0	-	0
Sumatoria Total	25	100	25	100	25	100

En la Tabla 10 se puede presenciar la valoración por parte de los 25 panelistas que colaboraron en la degustación, se pudo constatar que existió un gusto preferencial entre las muestras evaluadas, destacando la aceptación en cuanto al color el tratamiento T001 (40%), los tratamientos T002 (36%) y T003 (36%) obtuvieron similar aceptación por parte de los panelistas.

Tabla 11. Respuesta de aceptabilidad en base al olor

Puntuación		FORMULACION FDT					
		T001 - 10%		T002 - 15%		T003 - 20%	
		N	%	N	%	N	%
5	Me gusta mucho	13	52	6	24	7	28
4	Me gusta	8	32	10	40	10	40
3	Ni me gusta ni me disgusta	3	12	7	28	6	24
2	No me gusta	1	4	2	8	1	4
1	No me gusta nada	-	0	-	0	1	4
Sumatoria Total		25	100	25	100	25	100

En la Tabla 11 se puede presenciar que existió un gusto preferencial entre las muestras evaluadas, destacando la aceptación en cuanto al olor el tratamiento T001 (52%), seguido del tratamiento T003 (28%) y T002 (24%).

Tabla 12. Respuesta de aceptabilidad en base al sabor

Puntuación		FORMULACION FDT					
		T001 - 10%		T002 - 15%		T003 - 20%	
		N	%	N	%	N	%
5	Me gusta mucho	7	28	11	44	-	0
4	Me gusta	11	44	8	32	-	0
3	Ni me gusta ni me disgusta	3	12	4	16	4	16
2	No me gusta	4	16	2	8	10	40
1	No me gusta nada	-	0	-	0	11	44
Sumatoria Total		25	100	25	100	25	100

En la Tabla 12 se puede presenciar que existió un gusto preferencial entre las muestras evaluadas, destacando la aceptación en cuanto al sabor, el tratamiento T002 (44%), seguido del tratamiento T001 (28%) y el tratamiento T003 obtuvo un porcentaje de 44% para la puntuación 1 (No me gusta nada).

Tabla 13. Respuesta de aceptabilidad en base a la textura

Puntuación	FORMULACION FDT					
	T001 - 10%		T002 - 15%		T003 - 20%	
	N	%	N	%	N	%
5 Me gusta mucho	7	28	8	32	7	28
4 Me gusta	8	32	7	28	9	36
3 Ni me gusta ni me disgusta	8	32	5	20	5	20
2 No me gusta	1	4	5	20	3	12
1 No me gusta nada	1	4		0	1	4
Sumatoria Total	25	100	25	100	25	100

En la Tabla 13 se puede presenciar que existió un gusto preferencial entre las muestras evaluadas, destacando la aceptación en cuanto a la textura, el tratamiento T002 (32%), seguido del tratamiento T001 y T003 que obtuvieron similares porcentajes de aceptación (28%).

Tabla 14 Respuesta de aceptación en base a la sensación en la boca

Puntuación	FORMULACION FDT					
	T001 - 10%		T002 - 15%		T003 - 20%	
	N	%	N	%	N	%
5 Me gusta mucho	8	32	9	36	8	32
4 Me gusta	9	36	7	28	9	36
3 Ni me gusta ni me disgusta	4	16	5	20	4	16
2 No me gusta	4	16	4	16	4	16
1 No me gusta nada		0		0		0
Sumatoria Total	25	100	25	100	25	100

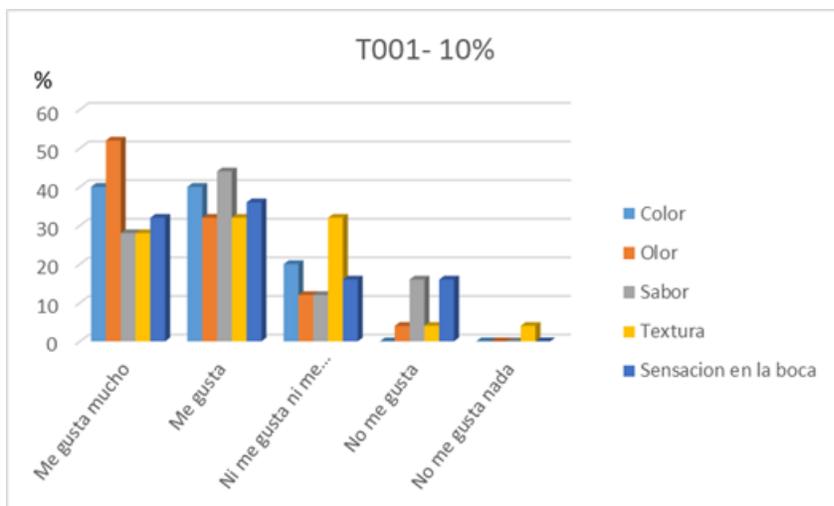
En la Tabla 14 se puede presenciar que existió un gusto preferencial entre las muestras evaluadas, destacando la aceptación en cuanto a la textura, el tratamiento T002 (36%), seguido del tratamiento T001 y T003 que obtuvieron similares porcentajes de aceptación (32%).

De acuerdo a los datos obtenidos en el análisis sensorial, las hojuelas formuladas con 15% de FDT (T002) (Figura B) presentó mejores valores por parte de los panelistas, resaltando el sabor, textura y sensación en la boca.

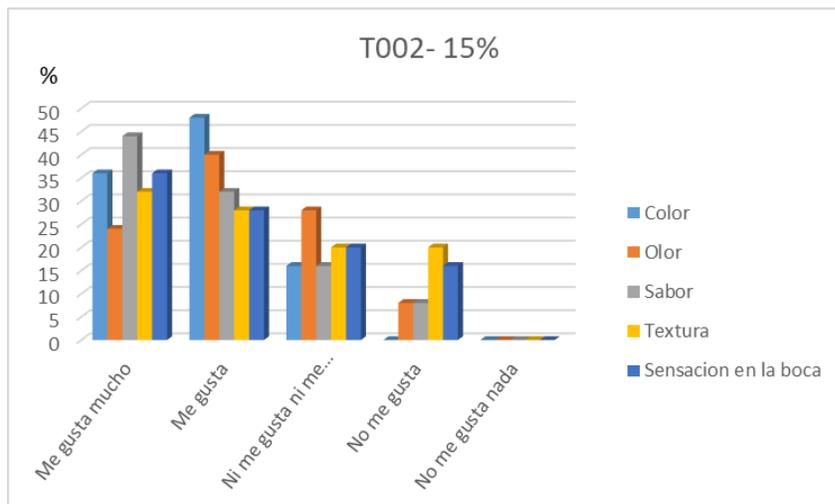
En cuanto al olor y color el tratamiento al 10% de FDT (T001) (Figura A) resultó tener la mayor aceptación.

El tratamiento T003 con 20 % de adición de FDT fue el que obtuvo menor aceptación por parte de los panelistas (Figura C).

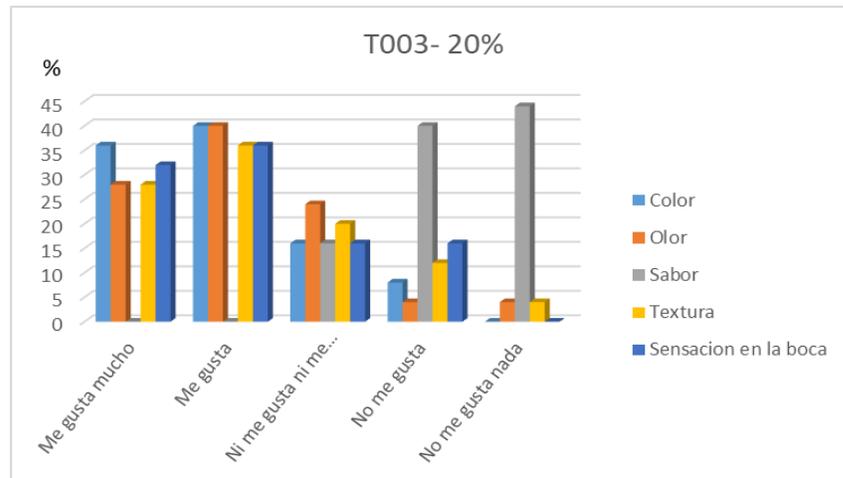
A



B



C



Figuras de aceptabilidad del producto con diferentes cantidades de fibra dietética A al 10 %, B al 15 % y C al 20 %.

CAPITULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. El Porcentaje de Rendimiento de la materia prima para la obtención de fibra Dietética Total (FDT) fue de 42.8% de bagazo tratado del cual se obtuvo 63.79% de FDT mediante el método químico de hidrólisis ácido/ básica.
2. La fibra dietética Total extraída del bagazo de caña presentó las siguientes propiedades físico químicas: Densidad aparente 0.5 g/mL con un coeficiente de variación de 2.8 inferior a la densidad aparente del bagazo de caña que fue de 3.2, el tamaño de partícula corresponde al 97% ± 0.35 obtenido al utilizar un tamiz de 5 μ m, la capacidad de hinchamiento fue superior en la FDT con un valor de 24.34% con respecto al bagazo que obtuvo el 15.56%, en cuanto a la capacidad de retención de agua la FDT obtuvo un valor de 1.53 ± 0.02 con diferencia significativa ($P < 0.05$) al bagazo de caña 1.4 ± 0.05 .
3. El análisis sensorial de las hojuelas formuladas con diferentes niveles de adición de FDT (10, 15 y 20%), el tratamiento que obtuvo la mejor aceptación en cuanto al sabor (44%), textura (32%) y sensación en la boca (36%) fue el tratamiento T002 con 15% de adición de FDT, y en cuanto al color y olor resaltó el tratamiento T001.

5.2. Recomendaciones

1. Se propone realizar un análisis comparativo entre el método químico y el método enzimático para la determinación del contenido de FDT.
2. Analizar la estructura morfológica del bagazo de caña y la fibra dietética, así como el grado de porosidad
3. Utilizar la Fibra obtenida del bagazo de caña en otros alimentos contengan niveles bajos de fibra dietética

CAPITULO VI

6 BIBLIOGRAFÍA

- Alabaster, O., Tang, Z., Shivapurkar, N. J. F., & toxicology, c. (1997). Inhibition by wheat bran cereals of the development of aberrant crypt foci and colon tumours. *35*(5), 517-522.
- Alvídrez-Morales, A., González-Martínez, B., & Jiménez-Salas, Z. (2002). Tendencias en la producción de alimentos: alimentos funcionales. *Revista salud pública y Nutrición* 3(3).
- Araya, H., & Lutz, M. (2003). Alimentos funcionales y saludables. *Revista chilena de nutrición*, 30(1), 8-14.
- Baena, L., & García, N. (2012). *Obtención y caracterización de fibra dietaria a partir de cascarilla de las semillas tostadas de Theobroma Cacao L. de una industria chocolatera colombiana*. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnologías. Química Industrial,
- Baquero, M., & Lucio Paredes, A. (2010). La Agroindustria ecuatoriana: un sector importante que requiere de una ley que promueva su desarrollo. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 11(1), 44-46.
- Cámpora, M. (2016). Alimentos funcionales: tecnología que hace la diferencia. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias* 42(2), 131-137.
- Cañas, Z., Molina, D., & Rodríguez, M. (2011). Revisión: Productos Vegetales como Fuente de Fibra Dietaria en la Industria de Alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 64(1), 6023-6035.
- Carhuamaca, L., & Rivera, M. (2016). Obtencion de Fibra Dietetica a Partir de Bagazo de Zea Mayz l. Caña de Maiz” Como Ingrediente Funcional por Medios Enzimaticos.
- Carhuamaca Loardo, L., & Rivera Azorsa, M. (2016). *Obtencion de Fibra Dietetica a Partir de Bagazo de Zea Mayz l. Caña de Maiz” Como Ingrediente Funcional por Medios Enzimaticos*. Universidad Peruana Los Andes, Universidad Peruana Los Andes. Retrieved from <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/149?show=full>
- CAUICH, J. (2016). *Establecimiento de un proceso de hidrólisis a partir de cladodios frescos y secos de nopal (Opuntia spp.) para la obtención de azúcares fermentables*. CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA EN TECNOLOGIA Y DISEÑO DEL ESTADO DE JALISCO, A. C.,
- Chamorro, R., & Mamani, E. (2015). Importancia de la fibra dietética, sus propiedades funcionales en la alimentación humana y en la industria alimentaria. *Revista de investigación en ciencia y tecnología de alimentos* 1(1).
- Commision, C. A. J. C. A. C., ALINORM. (2009). Report on the 30th session of the Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses, Appendix II. 9(32), 26.
- Días, S., & Germán, F. (2017). *Aprovechamiento de Nopal Nopal Energy Bar*. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi; Facultad de Ciencias ..., Retrieved from <http://181.112.224.103/handle/27000/4273>

- Domínguez–Domínguez, M. M., Álvarez–Castillo, A., Granados–Baeza, M., & Hernández–Campos, F. J. R. I. d. p. (2012). Estudio de la cinética del pretratamiento e hidrólisis ácida del bagazo de caña de azúcar. *13*(4), 200-211.
- Encinas, S. (2019). Elaboración de una bebida nutritiva a partir de quinua (*Chenopodium quinoa*), oca (*Oxalis tuberosa*) y maca (*Lepidium meyenii*). *Ñawparisun-Revista de Investigación Científica*, *1*(3).
- Escudero Álvarez, E., & González Sánchez, P. (2006). La fibra dietética. *Nutrición hospitalaria* *21*, 61-72.
- Figuerola, F., Hurtado, M. a. L., Estévez, A. M. a., Chiffelle, I., & Asenjo, F. J. F. C. (2005). Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment. *91*(3), 395-401.
- García-García, L., Bordallo-López, E., Dopico-Ramírez, D., & Cordero-Fernández, D. (2013). Obtención de celulosa microcristalina a partir del bagazo de la caña de azúcar. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, *47*(1), 57-63.
- García, M., Vargas, J., & Molina, D. (2013). Caracterización de la funcionalidad tecnológica de una fuente rica en fibra dietaria obtenida a partir de cáscara de plátano. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín* *66*(1), 6959-6968.
- González Orellana, S. I. (2014). *Alimentación saludable del adulto mayor en el centro de salud Boca de Caña, del cantón Samborondón 2014-2015*. Universidad de Guayaquil, Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/7660/1/TESIS%20ALIMENTACION%20SALUDABLE%20DEL%20ADULTO%20MAYOR.pdf>
- Guillon, F., & Champ, M. (2000). Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. *Food research international* *33*(3-4), 233-245.
- Justo, M., Alfaro, A., Aguilar, E., Wrobel, K., Wrobel, K., ís Guzmán, G., . . . Zanella, V. (2007). Desarrollo de pan integral con soya, chía, linaza y ácido fólico como alimento funcional para la mujer. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, *57*(1), 78.
- Keller, T., & Håkansson, I. (2010). Estimation of reference bulk density from soil particle size distribution and soil organic matter content. *Geoderma* *154*(3-4), 398-406.
- Lara, J. (2013). *Obtención de hojuelas a partir de la lenteja*. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química, Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/3646/1/1109.pdf>
- León, M., & Villacorta, M. (2010). Valor nutritivo de pan con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft), fortificado. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, *1*(2), 244-261.
- Marques, T., Corrêa, A., de Carvalho Alves, A., Simão, A., Pinheiro, A., & de Oliveira Ramos, V. (2015). Cereal bars enriched with antioxidant substances and rich in fiber, prepared with flours of acerola residues. *Journal of food science technology*, *52*(8), 5084-5092.
- Mendoza, N. (2007). *Obtención de fibra dietética a partir de sáculos de naranja aplicando un tratamiento con vapor*. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE MIXTECA, Retrieved from http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/10354.pdf
- Molina, C. (2012). Alimentos sin gluten derivados de cereales. *OmniaScience Monographs*.

- Nawirska, A., & Kwaśniewska, M. (2005). Dietary fibre fractions from fruit and vegetable processing waste. *Food Chemistry*, 91(2), 221-225.
- Neida, S., & Elba, S. (2007). Caracterización del acai o manaca (*Euterpe oleracea* Mart.): un fruto del Amazonas. *Archivos latinoamericanos de nutrición* 57(1), 94.
- Rojas. (2010). *LOJA–ECUADOR*. UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA, Retrieved from <http://200.0.29.102/material/migracionOA/UTPL/Biologica/IndustriasAgropecuarias/3/670X164.pdf>
- Román, M., & Valencia, F. (2006). Evaluación de galletas con fibra de cereales como alimento funcional. *Vitae*, 13(2), 36-43.
- Sailema, M. (2011). *Desarrollo de una técnica que incremente el contenido de fibra dietética soluble en el salvado de trigo (*Triticum spp*)*. Retrieved from <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3263/1/PAL268.pdf>
- Salazar Riofrío, G. (2012). *Elaboración de una Planificación Estratégica para la Asociación de Cañicultores de Pastaza ASOCAP de la ciudad de Puyo cantón Pastaza provincia de Pastaza 2011 2013*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Retrieved from <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/2843>
- Saval, S. (2012). Aprovechamiento de residuos agroindustriales: pasado, presente y futuro. *BioTecnología*, 16(2), 14-46.
- Slavin, J. (2008). Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber. *Journal of the American Dietetic Association*, 108(10), 1716-1731.
- Tapia, Hajar, W., Estrada, O., Ayudante, W., & Solano, J. (2017). Hábitos alimentarios y estado nutricional de los estudiantes de las universidades de la Región Lima-2015. *BIG BANG FAUSTINIANO*, 5(3).
- Tapia, Paredes, C., Simbaña, A., & Bermúdez, J. (2006). Aplicación de las Fibras Naturales en el Desarrollo de Materiales Compuestos y como Biomasa. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 19(1).
- Turrado, J., Saucedo, A., Ramos, J., & Reynoso, M. (2008). Comportamiento de la Fibra de Celulosa Reciclada en el Proceso de Hidratación. *Información tecnológica*, 19(5), 129-136.
- Valiño, E., Elías, A., Torres, V., Carrasco, T., & Albelo, N. (2004). Mejoramiento de la composición del bagazo de caña de azúcar por la cepa *Trichoderma viride* M5-2 en un biorreactor de fermentación en estado sólido. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 38(2), 145-153.
- Villar, J., Montano, R., & ICIDCA, V. B. (2008). *Posibilidades de producción de alimento animal en la agroindustria azucarera*. Paper presented at the Diversificación. Congreso Internacional sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, La Habana, Cuba.

CAPITULO VII

7 ANEXOS



Ilustración 1 Secado del bagazo de Caña de azúcar.



Ilustración 2 Extracción de la Fibra Dietética.



Ilustración 3 Lavado dietético extraída. Ilustración 4 Tamizado de la Fibra Dietética.



Ilustración 5 Elaboración de las Hojuelas.

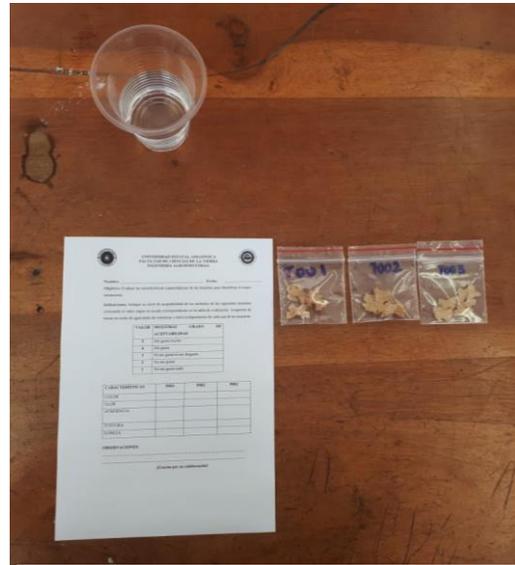


Ilustración 6 Mesa para la catación de las hojuelas.

Ilustración 7 Catación de las hojuelas.



Ilustración 8 Determinación de la CRA

Ilustración 9 Determinación del pH.



Ilustración 10 Determinación de Fibra



FICHA EMPLEADA PARA LA CATACIÓN DE LAS HOJUELAS

**UNIVERSIDAD ESTADAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



Nombre: _____ **Fecha:** _____

Objetivo: Evaluar las características organolépticas de las hojuelas para identificar el mejor tratamiento.

Indicaciones: Indique su nivel de aceptabilidad de los atributos de las siguientes muestras, colocando el valor según su escala correspondiente en la tabla de evaluación. Asegúrese de tomar un sorbo de agua antes de comenzar y entre la degustación de cada una de las muestras.

VALOR	MUESTRAS GRADO DE ACEPTABILIDAD
-------	---------------------------------

5	Me gusta mucho
4	Me gusta
3	Ni me gusta ni me disgusta
2	No me gusta
1	No me gusta nada

CARACTERÍSTICAS	P003	P002	P001
COLOR			
OLOR			
SABOR			
TEXTURA			
SENSACIÓN EN LA BOCA			

OBSERVACIONES:

.....

¡Gracias por su colaboración

