

**UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AMBIENTALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**



**Influencia en las características fisicoquímicas y sensoriales del pan elaborado mediante la adición del mesocarpio de *Theobroma cacao* CCN51 durante el proceso de amasado.**

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

**Presentado por:**

**Bach. Erik Pedro Elguera Valentín**

**Asesor:**

**Ing., Caleb Leandro Laguna**

**Co-Asesor:**

**Jaime E. Basilio Atencio**

**Yarinacocha –Ucayali**

**2023**

## ANEXO 16. ACTA DE CALIFICACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En la sala destinada para la sustentación de la tesis, Campus universitario de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, en el distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, ciudad capital de Pucallpa, a 11:00am horas del día miércoles 22 del año 2023, se reunió el Jurado de Tesis presidido por Mg. José Flores Flores, e integrado por: Mg. Vitelio Asencios Tarazona en calidad de miembro, con la exclusiva finalidad de evaluar la sustentación de tesis titulada **"Influencia en las características fisicoquímicas y sensoriales del pan elaborado mediante la adición del mesocarpio del cacao (Theobroma cacao L.) CCN51 durante el proceso de amasado"**, cuya responsabilidad corresponde al Bachiller en ERIK PEDRO ELGUERA VALENTIN; a fin de optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Terminada la sustentación, el autor de la tesis respondió a las preguntas formuladas por los miembros del jurado, cuya evaluación se consolida según la tabla y parámetros cuantitativos que siguen:


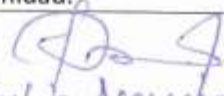
Presidente	Mg. José Flores Flores	25
Miembro	Mg. Vitelio Asencios Tarazona	25
Miembro		
	Promedio	25

El Jurado después de deliberar y calibrar los aportes de la tesis y la fundamentación del sustentante, compatibilizó el resultado cuantitativo con la tabla cualitativa equivalente sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como Aprimado asignándole un calificativo de 25 puntos, según el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía.

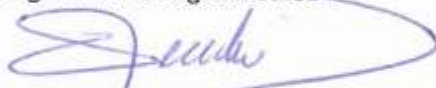
### OBSERVACIONES Y PRECISIONES:

La ausencia del segundo miembro del jurado evaluador Mg. Manuel Ricardo Guerrero Ochoa, se debió por descanso medico por problemas de salud. Según el artículo 46 del reglamento de grados y títulos vigente, la sustentación puede proceder con la presencia del presidente del jurado y uno de los miembros que puede ser inclusive el accesitario.

Siendo las 12:00 horas del mismo día se dio por terminado el acto de sustentación firmando los miembros del Jurado en señal de conformidad.

 Mg. José Flores Flores Presidente	 Mg. Vitelio Asencios Tarazona Miembro
---	--

Asesor: Mg. Leandro Laguna Caleb

  
Caleb Leandro Laguna



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
INTERCULTURAL DE LA AMAZONÍA**  
Licenciada con Resolución N° 131-2018-SUNEDUCO

BIBLIOTECA  
CENTRAL

**BIBLIOTECA  
CENTRAL**

*"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"*

## CONSTANCIA

N°015 - 2023

### ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO TURNITIN

La Biblioteca Central, hace constar por la presente, que le informe Final (Tesis) titulado:

**INFLUENCIA EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y  
SENSORIALES DEL PAN ELABORADO MEDIANTE LA ADICIÓN DEL  
MESOCARPIO DE THEOBROMA CACAO CCN51 DURANTE EL  
PROCESO DE AMASADO.**

Cuyo autor es : **ELGUERA VALENTIN, ERIK PEDRO.**

Facultad : **FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES**

Escuela Profesional : **INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio, dicho documento presenta un porcentaje de similitud de 13%.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecido en el artículo 9 de la **DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO**, aprobada con **RESOLUCIÓN N°164-2021-UNIA-CO**, el cual indica que no se debe superar el 24%. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si está dentro de los límites aceptables de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.**

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

Fecha: 15/03/2023




 UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL  
DE LA AMAZONÍA - UCAYALI

  
.....  
Dr. Jesús Taylor Dávila Francia  
Jefe de la Oficina de Biblioteca Central



*La primera universidad intercultural del Perú*



 biblioteca\_central@unia.edu.pe  
 ww.unia.edu.pe  
 arretera a San José 0.63 Km. Yarinacocha - Ucayali - Perú

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico a Dios, por la vida y la salud que me concede, a mis padres por su apoyo incondicional en cada momento de mi vida en bien de mi formación personal y profesional.

A mi amada esposa Ruth Cárdenas Cervantes y por supuesto a mi queridísima hija Allizon Fernanda Elguera Cárdenas, que son mi fuente de inspiración para salir adelante.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por que sin su ayuda nada es posible, a mis padres, esposa e hija por que son mi motor y alegría para seguir luchando por mis sueños.

A mi alma mater la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, a la Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por brindarme el espacio, el tiempo y los instrumentos necesarios para el desarrollo de mi tesis.

Al asesor de la tesis, Ing. Caleb Leandro Laguna por sus acertadas directrices que permitieron la culminación de esta investigación.

A los directivos, docentes, a todas las personas que facilitaron el trabajo de campo y por su colaboración para validar el contenido de los instrumentos de recolección de datos.

Gracia a todas las personas por su colaboración y apoyo constante, su apoyo incondicional.

## Índice General

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. MARCO TEORICO .....	12
2.1. Antecedentes de la investigación .....	12
2.2. Bases teóricas .....	13
2.2.1. Theobroma cacao.....	13
a. Clasificación taxonómica .....	14
b. Estructura de la cáscara del fruto de cacao .....	14
c. Distribución geográfica .....	15
d. Compuestos en la cáscara de cacao .....	16
e. Usos de la cáscara de cacao .....	17
2.2.2. Fibra dietética .....	17
a. Presencia de fibra en los alimentos .....	18
b. Beneficios del consumo de fibra dietética .....	18
2.2.3. Proceso de elaboración de pan.....	18
a. Criterios de clasificación de pan.....	19
b. La fermentación .....	19
c. Función del agua en la elaboración del pan.....	20
d. La levadura .....	20
e. La harina.....	20
f. Funciones de la sal, azúcar y grasa.....	20
f. Proceso de elaboración del pan .....	21
g. Métodos para la elaboración de las masas panaderas.....	21
h. Clasificación de las masas panaderas .....	21
2.2.4. Análisis de los alimentos .....	21
a. Análisis fisicoquímico .....	22
b. Análisis microbiológico .....	22
c. Análisis sensorial.....	23
2.2.5. Evaluación sensorial de productos panarios .....	23
a. Atributos de apariencia.....	23
b. Atributos de olor .....	24
c. Atributos de textura .....	24
d. Atributos de flavor.....	25
e. Procedimiento de cata de pan.....	25
2.2.6. Diseños experimentales .....	25
a. Diseño completo al azar .....	25
b. Diseño de bloques completos al azar (DBCA) .....	25
c. Diseño de bloques incompletos balanceados (DBIB) .....	26
2.3. Definición de términos básicos .....	26
III. MÉTODOS.....	28

3.1. Lugar de ejecución y área de estudio .....	28
3.1.1. Lugar de ejecución .....	28
3.1.2. Descripción del área de estudio .....	28
3.2. Identificación y descripción del material experimental .....	28
3.2.1. Identificación del material experimental .....	28
3.3. Procedimientos .....	28
3.3.1. Preparación de la muestra a partir de la cáscara de cacao .....	28
3.3.2. Características fisicoquímicas del mesocarpio de cáscara de cacao .....	30
3.3.3. Elaboración de pan mediante la adición del mesocarpio de cáscara de cacao .....	30
3.3.4. Determinación de las características fisicoquímicas del pan .....	32
3.3.5. Evaluación de los atributos sensoriales del pan .....	33
3.3.6. Análisis microbiológico de los panes con mejor atributo sensorial .....	33
3.4. Variables .....	33
3.4.1. Variable independiente .....	33
3.4.2. Variables dependientes .....	33
3.5. Población y muestra .....	34
3.5.1. Población .....	34
3.5.2. Muestra .....	34
3.6. Tratamientos .....	34
3.7. Recolección de datos.....	36
3.7.1. Fuentes de información .....	36
3.7.2. Unidad experimental y de medición .....	36
3.7.3. Tipos de muestreo .....	36
3.7.4. Técnicas para recolección de datos .....	36
3.8. Procesamiento de datos .....	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
4.1. Características fisicoquímicas del mesocarpio de <i>Theobroma cacao</i> clon CCN51 .....	37
4.2. Evaluación de las características fisicoquímicas de los panes elaborados mediante la adición del mesocarpio <i>Theobroma cacao</i> clon CCN51 .....	38
4.2.1. Acidez y pH.....	38
4.2.2. Humedad .....	40
4.2.3. Proteína .....	41
4.2.4. Aceites y grasas .....	43
4.2.5. Cenizas.....	44
4.2.6. Fibra bruta y carbohidratos.....	45
4.3. Evaluación de las características sensoriales de los panes elaborados mediante la adición del mesocarpio de cacao .....	48
4.3.1. Evaluación del atributo color .....	48
4.3.2. Evaluación del atributo olor .....	48
4.3.3. Evaluación del atributo sabor .....	49
4.3.4. Evaluación del atributo textura .....	50
4.3.5. Evaluación del atributo apariencia general.....	50

4.4. Formulación de los panes con mejores características fisicoquímicas y sensoriales.....	51
V. CONCLUSIONES.....	53
VI. RECOMENDACIONES.....	54
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	55
VIII. ANEXOS.....	63

## Índice de Cuadros

	Pág.
Cuadro 1. Composición proximal de la cáscara de cacao.....	16
Cuadro 2. Composición químico proximal de la harina cáscara de Theobroma cacao.....	16
Cuadro 3. Análisis de varianza para tratamientos en un diseño completo al azar. <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Cuadro 4. Análisis de varianza para tratamientos en un diseño de bloque completo al azar. .... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Cuadro 5. Operacionalización de variables. ....	34
Cuadro 6. Formulaciones (tratamientos) considerados en la investigación. ....	35
Cuadro 7. Características fisicoquímicas de la masa de mesocarpio de cacao.....	37
Cuadro 8. Comparación múltiple de Tukey para la acidez de los panes.....	39
Cuadro 9. Comparación múltiple de Bonferroni para el pH de los panes.....	40
Cuadro 10. Prueba de comparación múltiple de rangos de Bonferroni para el contenido de humedad en los panes.....	41
Cuadro 11. Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey para el contenido proteico de los panes. ....	42
Cuadro 12. Prueba de comparación múltiple de rangos de Bonferroni para el contenido de aceites y grasas en los panes.....	43
Cuadro 13. Prueba de comparación múltiple de rangos de Bonferroni para el contenido de cenizas en los panes.....	45
Cuadro 14. Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey para el contenido de fibra bruta en los panes.....	46
Cuadro 15. Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey para el contenido de carbohidratos en los panes.....	47
Cuadro 16. Prueba no paramétrica de Friedman para el atributo color.....	48
Cuadro 17. Prueba no paramétrica de Friedman para el atributo olor. ....	49
Cuadro 18. Prueba no paramétrica de Friedman para el atributo sabor. ....	49
Cuadro 19. Prueba no paramétrica de Friedman para el atributo textura. ....	50
Cuadro 20. Prueba no paramétrica de Friedman para el atributo apariencia general.....	50
Cuadro 21. Formulación del pan con mejor característica fisicoquímica y sensorial. ....	52

## Índice de Figuras

	Pág.
Figura 1. Evolución de la producción de cacao (en toneladas) en grano en el departamento de Ucayali. ....	15
Figura 2. Diagrama de bloques para la obtención de la masa de mesocarpio de cacao. ....	29
Figura 3. Diagrama de bloques para la elaboración de panes mediante la adición de mesocarpio de cacao durante el amasado. ....	31
Figura 4. Variación de la acidez del pan según porcentaje de adición de mesocarpio de cacao. ....	38
Figura 5. Variación del pH del pan según porcentaje de adición de mesocarpio de cacao. ....	39
Figura 6. Variación de la humedad del pan según porcentaje de adición de mesocarpio de cacao...	40
Figura 7. Variación de la humedad del pan según porcentaje de adición de mesocarpio de cacao...	42
Figura 8. Variación del contenido de aceites y grasas en el pan según porcentaje de adición de mesocarpio de cacao. ....	43
Figura 9. Variación del contenido de cenizas del pan según porcentaje de adición de mesocarpio de cacao. ....	44
Figura 10. Variación del contenido de fibra bruta según porcentaje de adición de mesocarpio de cacao. ....	45
Figura 11. Variación del contenido de carbohidratos del pan según porcentaje de adición de mesocarpio de cacao. ....	47
Figura 12. Perfil sensorial de los panes según porcentaje de adición de mesocarpio de cacao. ....	51

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia de la adición del mesocarpio de *Theobroma cacao* CCN51 durante el proceso de amasado en las características físicoquímicas y sensoriales del pan. Se elaboraron panes adicionando la masa de mesocarpio de cacao en los porcentajes: 0%, 20%, 30% y 40%, los que fueron evaluados para determinar las características físicoquímicas y sensoriales, siendo analizados estadísticamente mediante un DCA y DBIB respectivamente. Los resultados demostraron que conforme se incrementa la adición de mesocarpio de cacao, el contenido de fibra bruta en los panes se ve incrementado (3.71% a 6.02%). Los panes no presentaron diferencias significativas, obteniendo todos el puntaje “Me gusta poco” a “Me gusta mucho”, el pan con mejores características físicoquímicas y sensoriales fueron aquellos elaborados mediante la adición de 40% de masa de mesocarpio de cacao, poniéndose de manifiesto el uso del mesocarpio de cacao como ingrediente en la formulación para la elaboración de panes funcionales, por su aporte de fibra (6.02%). El alto porcentaje de adición de masa de mesocarpio de cacao abre la oportunidad para la formulación de productos innovadores de consumo humano por su aporte en fibra; logrando además, incrementar la cadena de valor del cacao.

**Palabras clave:** Características físicoquímicas, características sensoriales, pan, fibra, mesocarpio, cacao.

## ABSTRACT

The objective this paper was to evaluate the influence of the addition of Theobroma cacao CCN51 mesocarp during the kneading process on the physicochemical and sensory characteristics of bread. Breads were made by adding the cocoa mesocarp mass in the percentages: 0%, 20%, 30% and 40%, which were evaluated to determine the physicochemical and sensory characteristics, being statistically analyzed by means of a DCA and DBIB respectively. The results showed that as the addition of cocoa mesocarp increases, the crude fiber content in the breads increases (3.71% to 6.02%). The breads did not present significant differences, all obtaining the score "I like a little" to "I like a lot", the bread with the best physicochemical and sensory characteristics were those made by adding 40% cocoa mesocarp mass, revealing the use of cocoa mesocarp as an ingredient in the formulation for the preparation of functional breads, due to its fiber content (6.02%). The high percentage of cocoa mesocarp mass addition opens the opportunity for the formulation of innovative products for human consumption due to its fiber content; also achieving, increase the value chain of cocoa.

**Keywords:** Physicochemical characteristics, sensory characteristics, bread, fiber, mesocarp, cocoa.

## I. INTRODUCCIÓN

El departamento de Ucayali contribuye con el 10.9% de la producción nacional de cacao; cuenta con 20 003 ha cosechadas con un rendimiento promedio por hectárea de 781 kg/ha/año (MINAGRI, citado por Charry *et al.* 2020). De toda esa producción aproximadamente corresponde el 70% a cáscara, 3.50% a placenta y 26.50% a semillas con mucílago. Esto implica que las 20 003 ha cosechadas generan 781 kg/ha/año, lo que originan aproximadamente 10 935 Ton de cáscara, 547 Ton de placenta y 4 140 Ton de semillas. Como vemos tenemos gran cantidad de cáscara que se genera los que son desechados en la parcela de los productores de cacao, originando problemas ambientales como malos olores, podredumbre donde proliferan microorganismos que afectan la plantación de cacao (Ríos-Pérez *et al.* 2020).

Si bien el incremento de la producción de cacao genera beneficios sociales y económicos según el tamaño de la parcela; sin embargo, se origina gran cantidad de cáscara (70% del peso del fruto) lo que obliga a plantear investigaciones sobre el aprovechamiento agroindustrial de este subproducto.

La cáscara de cacao contiene gran cantidad de fibra bruta (6.02%), por ello, es un insumo con gran potencial para la formulación de productos innovadores. En el presente trabajo se formuló la elaboración de panes con diferente porcentaje de adición de mesocarpio de cacao; el pan es un alimento popular presente en la mesa de los hogares de diferentes estratos sociales; sin embargo, es necesario aprovechar su popularidad para incorporar componentes que van a ser de beneficio para la salud, como el caso de la fibra (pectina) que se encuentra presente en el mesocarpio de cacao.

Por tanto, el aprovechamiento agroindustrial del cacao al generar gran cantidad de cáscara de mazorca de cacao, permite que la elaboración de pan sea sostenible. Logrando el incremento de la cadena de valor del cacao, contribuyendo a mejorar los ingresos del productor agrícola; por otro lado, el aprovechamiento del mesocarpio del fruto en la elaboración de pan permite que los consumidores puedan disfrutar de los beneficios de que presenta el producto, por la presencia de fibra, compuesto necesario en la actualidad por los problemas de colon que padece la sociedad.

Por lo anteriormente mencionado, el objetivo general del estudio fue evaluar la influencia en las características fisicoquímicas y sensoriales del pan elaborado mediante la adición del mesocarpio de *Theobroma cacao* CCN51 durante el proceso de amasado.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

Matos-Chamorro y Muñoz-Alegre (2010) elaboraron panes mediante la sustitución parcial de harina pre cocida de ñuña y Tarwi. El objetivo fue incrementar el nivel proteico. Plantearon tres formulaciones con porcentajes de sustitución: 10%, 20% y 30%. Analizaron en los panes: contenido de proteína, ceniza y realizaron un análisis sensorial. Los panes con 30% de sustitución tuvieron el contenido proteico más alto (27.10%), también presentó mayor aceptabilidad respecto a sabor y textura; mientras que los panes con 20% de sustitución tuvieron mayor aceptabilidad respecto al color.

Andrango (2013) investigó el aprovechamiento del endocarpio de la cáscara de cacao para formular una barra energética; para ello a la cáscara sometió a 70°C en dos tiempos de secado, y una posterior reducción de tamaño del endocarpio seco. Para la obtención de la barra energética aplicó un DBCA con arreglo factorial A (tiempo de secado del endocarpio) x B (porcentaje de endocarpio de cáscara de cacao). El mejor tratamiento del tiempo de secado fue 6 horas a 70°C con 60% de endocarpio.

Rivadeneira y Zuloaga (2016) al elaborar panes, sustituyeron parcialmente la harina de trigo con harina de tarwi y lo fortificaron con hierro hemínico. Elaboraron panes con diferentes porcentajes de harina de tarwi, harina de trigo, hierro hemínico. Los panes fortificados incrementaron el contenido de proteína según se aumentaba el porcentaje de fortificación. La evaluación sensorial lo realizaron con un grupo de 30 niños en edad escolar, quienes evaluaron los atributos: salado, dulce, amargo, ácido, color, aroma. Utilizaron una ficha con escala hedónica estructurada de 1 a 5 puntos. Los panes con harina de trigo 80%, harina de tarwi 20% y hierro hemínico 5% fueron los que tuvieron mayor aceptación. En los análisis físicoquímico la muestra de pan con harina de trigo 70%, harina de tarwi 30% y hierro hemínico 6% presentó el mayor contenido proteico (9.34 %) y 115.3 mg/kg de hierro.

Romero (2017) caracterizó bromatológicamente y microbiológicamente la harina a base de cáscara de cacao al elaborar galletas de avena. Planteó cuatro tratamientos con cinco repeticiones cada uno, aplicó un diseño completamente al azar. Evaluó las características físicoquímicas, aerobios mesófilos, coliformes totales y mohos – levaduras, y las características sensoriales. No encontró diferencia significativa para las características físicoquímicas y microbiológicas. La evaluación sensorial reportó que las galletas de

avena no presentan diferencias de aceptabilidad hasta un 25% de sustitución de la harina de trigo por la harina de cáscaras de cacao.

Murillo (2018) investigó como afecta la sustitución de harina de cáscara del fruto de *Theobroma cacao* L. en las características fisicoquímicas, sensoriales y compuestos bioactivos en galletas dulces. Trabajó con cáscara del cacao criollo y CCN 51. Encontró contenidos altos de fibra cruda (29.8 y 30.69%); el contenido de fibra insoluble fue: 52.57 y 51.90%, mientras que la fibra soluble fue: 3.02 y 3.47%, que lo caracteriza como un alimento con buena fuente de fibra dietética. Realizó sustituciones (10, 15 y 20%) de harina de cáscara de cacao; la evaluación sensorial reportó la no existencia de diferencia significativa; optó por la sustitución 20 % por el valor nutricional. Las galletas tienen alto contenido de fibra cruda (8.99 y 9.04 %), fibra dietaria total (9.38 y 10.39 %).

Gonzalez (2019) elaboró panes especiales mediante la adición de pasta de cacao, variedad CCN-51. Evaluó los tratamientos: T1 (cacao en pasta 8%), T2 (cacao en pasta 10%), T3 (cacao en pasta 12%), T4 (cacao en pasta 14%), T5 (cacao en pasta 16%), T6 (cacao en pasta 18%). Demostró que las características fisicoquímicas de los panes se ven afectados por la adición de pasta de cacao. La evaluación sensorial realizada a los panes demostró que los panes elaborados adicionando 8 y 10% de pasta de cacao obtuvieron mejores características sensoriales.

Antay (2021) elaboró pan de molde mediante sustitución parcial de la harina de trigo con harina de *Cajanus cajan* germinado. Estableció cinco niveles de sustitución: 0%, 5%, 10%, 15% y 20%. Los resultados mostraron que la harina de frijol germinado mejoró en contenido proteico (1.08%) y fibra (0.04%). La reología de masas de las mezclas demostraron que los niveles de sustitución: 0%, 5%, 10% y 15%; son aptos para la elaboración de pan. El análisis fisicoquímico de los panes mostraron un incremento según las formulaciones, proteínas (7.22% a 12.16%), fibra (1.68% a 2.03) y ceniza (1.92 a 2.03%), disminuyó la grasa (3.31% a 3.21%) y carbohidratos (58.34% a 42.49%). La evaluación sensorial reportó la existencia de diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), siendo el nivel de sustitución al 5% el más aceptado.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Theobroma cacao**

El *Theobroma cacao*, nombre científico del cacao, es una especie endémica de América del Sur (Nizama, citado por Calderon 2017). El árbol de cacao mide entre 5 – 10 metros de altura, es caulífloro porque las flores y frutos nacen directamente del tallo y ramas (Winkel, citado por Heredia 2015).

El tamaño de los frutos varían entre 10 y 42 cm, adquieren varias formas (esférica, abovada, oblonga, oblata, elíptica y ovada); tienen la superficie lisa o rugosa, al estado inmaduro son de color rojo o verde, dependiendo de los genotipos (ANECACAO, citado por Calderon 2017). Según el genotipo, el ápice presenta diversas formas, la cáscara puede ser delgada o gruesa y los surcos algunas veces son superficiales y en otros casos profundos; el epicarpio y el endocarpio son carnosos los que están divididos por el mesocarpio (ANECACAO, citado por Calderon 2017).

La longitud de las semillas (almendras) varían de 1.2 – 3.0 cm, y están cubiertas con una masa mucilaginoso de color blanco cremoso, cuyo sabor, aroma, grado de acidez, dulzura y astringencia varían (ANECACAO, citado por Calderon 2017).

#### **a. Clasificación taxonómica**

La clasificación botánica del cacao (Batista *et al.* citado por Salazar 2016) es la siguiente:

Reino	:	Plantae
Sub reino	:	Tracheobionta
División	:	Espermatofita
Clase	:	Angiosperma
Sub clase	:	Dicotiledónea
Orden	:	Malvales
Familia	:	Esterculiácea
Tribu	:	Bitneria
Género	:	Theobroma
Especie	:	<i>Theobroma cacao</i>

#### **b. Estructura de la cáscara del fruto de cacao**

El fruto o mazorca del cacao está sostenido por un péndulo fibroso, que procede del pedicelo floral; al hacer un corte perpendicular a los surcos se observan el epicarpio, mesocarpio y endocarpio; el espesor y el grado de lignificación de la cáscara del fruto varía según la variedad, siendo mayor para el CCN51 (Fernández, citado por Heredia 2015).

##### **- Epicarpio**

De color variable, depende de la variedad del cacao. Está constituido por tejidos epidérmicos que mayormente presentan compuestos antociánicos (Fernández, citado por Heredia 2015).

- **Mesocarpio**

Es de color ligeramente amarillo, presenta consistencia carnosa, presenta un tejido parenquimático que participa en las funciones de fotosíntesis, reserva, síntesis de sustancias y en la regeneración de tejidos vegetales; las paredes celulares son flexibles y delgadas de celulosa, también pueden presentar paredes secundarias lignificadas (Fernández, citado por Heredia 2015).

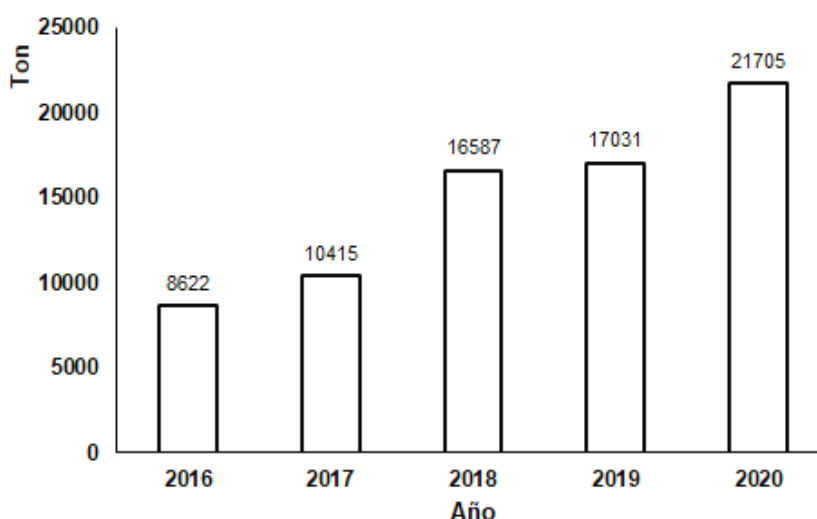
- **Endocarpio:**

Constituye la parte interna y está compuesto por un tejido leñoso (Fernández, citado por Heredia 2015).

**c. Distribución geográfica**

La mayor producción de cacao se da en los departamentos de San Martín (42,2%), Junín (17,9%), Ucayali (10,9%), Huánuco (7,3%), Cusco (7,2%), Amazonas (5,2%) y Ayacucho (4,2%) (MINAGRI, citado por Charry 2020). Sin embargo, en cuanto a rendimiento de producción, son los departamentos de Junín, La Libertad, Pasco, Tumbes, Loreto y San Martín los que presentan mayores rendimientos, que varían entre 950 y 1 192 kg/ha/año, Cusco presenta el menor rendimiento, con 412 kg/ha/ año (MINAGRI, citado por Charry 2020).

El cultivo de cacao es de mucha importancia económica para los agricultores nacionales, porque la calidad y sabor del cacao peruano logró que las exportaciones se incrementen (Calderon 2017). El cacao se cultiva en casi todo el país, concentrándose preferentemente en zonas agrónomas, montañosas; en la Amazonía del país se ubican los lugares de producción, siendo en su mayoría pequeños agricultores (Calderon 2017). En la Figura 1 se muestra la evolución de la producción de cacao en el departamento de Ucayali.



**Figura 1.** Evolución de la producción de cacao (en toneladas) en grano en el departamento de Ucayali.

FUENTE: BCRP (2021).

Por otro lado, el clon CCN51, tiene un gran potencial de rendimiento, además de la resistencia al ataque de hongos; si el proceso fermentativo es llevado en forma correcta es posible tener buenas características de calidad (Ardila y Carreño, 2011).

#### d. Compuestos en la cáscara de cacao

La cáscara es en promedio el 70.07% del fruto, la placenta el 3.49%, mientras que la semilla más mucilago es el 25.86%; luego, la cáscara es el mayor residuo del manejo poscosecha del cacao.

En ensayos preliminares se determinó que la cáscara es aproximadamente el 70 por ciento de los frutos de cacao. En los Cuadros 1 y 2 se reportan la composición de la cáscara de cacao.

**Cuadro 1.** Composición proximal de la cáscara de cacao.

<b>Componente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Trinitario</b>	<b>Nacional</b>
Humedad	%	6.72	6.53
Proteína	%	4.52	4.50
Grasa	%	2.40	2.50
Cenizas	%	8.92	9.01
Fibra cruda	%	33.26	33.78
Extracto libre de Nitrógeno	%	44.18	43.68

FUENTE: Tuchman, citado por Heredia (2015).

**Cuadro 2.** Composición químico proximal de la harina cáscara de Theobroma cacao.

<b>Componente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Humedad	%	8.17 ± 0.52
Proteína cruda (b.s.)	%	4.59 ± 0.62
Grasa cruda (b.s.)	%	0.60 ± 0.04
Fibra cruda (b.s.)	%	32.05 ± 5.46
Cenizas (b.s.)	%	8.59 ± 0.07
Azúcares totales	%	45.42

---

FUENTE: Castillo *et al.* (2018).

Las cáscaras constituyen un gran problema para los productores de cacao, porque muchas veces no realizan el compostaje adecuado, por lo que al utilizar como abono se convierte en un medio de proliferación de enfermedades fúngicas causada por el género *Phytophthora* (Betancourt, citado por Nizama 2015).

#### **e. Usos de la cáscara de cacao**

Existen propuestas para el uso de la cáscara de cacao, como adsorbente en el tratamiento de agua contaminada (Ardila 2011); elaboración de alimento balanceado para ganado bovino (Cárdenas y Miranda 2016); como sustrato para la germinación de hortalizas (Trujillo 2017); como constituyente de fertilizantes de suelos, alimento para aves y animales, fuente de pectinas y gomas, obtención de fibra dietaria y elaboración de carbón activado (Nizama 2015).

También existe publicado un libro sobre aplicaciones culinarias de la cáscara de cacao, contiene formulaciones para la preparación de ciertos tipos de platos, desde salsas y cremas, pastas, consomés y postres (Meier 2011).

#### **2.2.2. Fibra dietética**

Compuesto ubicuo en alimentos de procedencia vegetal (cereales integrales, frutas, verduras, legumbres y frutos secos), abarca sustancias que no son digeridas por el organismo; sin embargo, presentan propiedades beneficiosas para nuestro organismo (SEDCA 2019). Es necesario el consumo diario de fibra (celulosa, hemicelulosa, pectinas, lignina, mucílagos y gomas (SEDCA 2019). La pectina que contiene la cáscara de cacao (9.41 g de pectina/100 g de cáscara) es de alto metoxilo, cuyo grado de metoxilación es de 71.93 por ciento (Nizama 2015).

Son carbohidratos del tipo polisacárido, para analizarlo se divide dos partes: Fibra cruda, es una mezcla no homogénea de carbohidratos (celulosa, hemicelulosa) y la lignina, que se obtiene del tratamiento con ácidos y álcalis bajo ciertas condiciones; la fibra no digerible, es la que no se digiere en el tubo digestivo, la cual se pierde durante la valoración de la fibra cruda (Calvo *et al.* citado por Heredia 2015).

La fibra dietética se clasifica en soluble e insoluble. Están presente en distintas proporciones en los alimentos vegetales; la primera es fermentada en el colon por la flora intestinal, que aporta energía y mantiene saludable la flora intestinal;

mientras que la fibra insoluble, es menos fermentable captando poca agua; sin embargo, facilita el tránsito intestinal reduciendo el tiempo, evitando así el estreñimiento (SEDCA 2019).

#### **a. Presencia de fibra en los alimentos**

La fibra procedente de frutas está compuestas mayoritariamente de celulosa y hemicelulosa (60 – 80 %), lignina (5 - 20 %), y poca proporción de pectina y cera (Portugal, citado por Heredia 2015).

Las microfibrillas celulósicas están unidas por lignina y la pectina, mediante puentes de hidrogeno. Las microfibrillas están formadas por zonas de celulosa cristalina-amorfa, y son los encargados de las propiedades mecánicas que presentan de las fibras naturales (Castro y Palencia, citado por Heredia 2015).

#### **b. Beneficios del consumo de fibra dietética**

La ingesta adecuada de fibra dietética influye en la regulación del tránsito intestinal, mejora la salud de la flora intestinal, además de regular los niveles de colesterol en la sangre, previene del cáncer de colon, mejora el nivel de glucemia (Diabetes Mellitus tipo II), incrementa el síntoma de saciedad logrando un control adecuado del peso (SEDCA 2019).

Mediante un consumo adecuado y variado de cereales integrales, frutas, verduras, legumbres y frutos secos, se logra cubrir el requerimiento diario de fibra que fluctúa entre 25 y 35 g (SEDCA 2019).

### **2.2.3. Proceso de elaboración de pan**

Es un producto alimentario preparado mediante cocción de harina de trigo, mezclada con agua, leche y otros ingredientes (EcuRed 2021). El pan es el alimento derivado de cereales, a nivel mundial es el más consumido por sus propiedades sensoriales, su textura y propiedades nutricionales (Lambert et al. citado por Callejo 2016).

Existen investigaciones que demuestran que el empleo de otras materias primas, las propiedades fisicoquímicas, sensoriales, texturales y reológicas de los productos panarios se ven afectados, ello fue determinado en investigaciones sobre características del pan según la materia prima utilizada; pan con harina de amaranto integral (Sanz-Penella *et al.* 2013), pan con harina de garbanzo (Mohammed *et al.* 2012), pan con harinas de lentejas o algarroba (Turfani *et al.* 2017), pan con harina de frijol de palo (Antay 2021). Otros evaluaron propiedades sensoriales de panes

elaborados con harina trigo y plátano verde (David Barine 2015), trigo y boniato (Mitiku *et al.* 2018).

#### **a. Criterios de clasificación de pan**

Hay varios criterios que permiten clasificar a los panes que encontramos a nivel mundial (Povorinos, citado por Callejo 2016). Entre ellos, tenemos:

- **Según la proporción de agua añadida durante el amasado**, tenemos:

*Masas duras*: cuando el agua añadida está entre 50 - 57% (bagels, pretzels).

*Masas estándar*: el agua añadida está entre 57 - 65% (pan de molde, pan francés y otros panes). *Masas blandas*: cuando el agua añadida es mayor a 65% (pan chapata, pan focaccia).

- **Según el contenido de grasa de la masa**, tenemos:

*Masa no grasa*. Cuando contiene pequeña cantidad de grasa o no tiene grasa (panes franceses, italianos, o los bagels). *Masa enriquecida*. La masa puede contener poca grasa o también productos lácteos, huevo o azúcar, en proporciones que permitan que el pan sea más tierno y le dan un poco de dulzura o sabor (panes de molde, panecillos suaves y trenzas). *Masa rica*. Estas masas contienen mayor contenido de grasa, la proporción grasa/harina es superior al 20 por ciento (los bollos, croissants y pastas danesas).

- **Según el volumen de los panes**.

*Panes de masas planas*, son aquellas masas con o sin levadura, presentan escaso volumen. Este grupo abarca entre otros, la pizza y la focaccia (Italia), el naan (India), los pita (Oriente Medio), injera (Etiopía), tortilla de maíz (Centroamérica y México). La masa puede ser no grasa, enriquecida o rica; además, los panes pueden ser crujientes, ligeros, suaves, hojaldrados o tiernos. *Panes fermentados*, se caracterizan porque la miga presenta alveolos variables en cantidad y tamaño.

#### **b. La fermentación**

Es el principal proceso en la fabricación del pan. Los productos panarios están compuestos por más de 50% de carbohidratos, éstos nos aportan energía; contienen proteínas (7%), entre las que se encuentra el gluten, a excepción en las masas preparadas con harina de maíz (EcuRed 2021).

El pan está constituido principalmente por harina, el cual puede ser de trigo, centeno, u otros productos como la soja (EcuRed 2021). Otro componente del pan es el agua, que junto con la harina le dan consistencia a la masa; para el proceso fermentativo es necesario añadir levadura, a estos ingredientes principales se añade leche u otros productos (cebolla, olivas, nueces, higos, entre otros) quienes le dan características peculiares a la masa (EcuRed 2021).

**c. Función del agua en la elaboración del pan.**

Después de la harina, el agua es el componente más importante de la masa, y desempeña un papel principal en el proceso de elaboración (Calvel, citado por Ayón). El agua facilita la formación de gluten durante el amasado, permitiendo que la masa adquiera su consistencia; además, disuelve los ingredientes durante el proceso de elaboración de productos panarios (EcuRed (2021)

**d. La levadura**

Es la que permite la fermentación de la masa durante el proceso de elaboración del pan; genera en la masa panaria las condiciones para que el pan tenga su característica peculiar de aroma y textura (EcuRed 2021).

**e. La harina**

Se agrupan en: *harina fuerte* o *dura*, es la contiene mayor porcentaje de gluten, esta harina al tomarla en la mano y oprimirla se riega, es ligeramente pardo, retiene bastante agua, es utilizada frecuentemente para elaborar panes de corteza dura, galletas entre otros; *harina blanda*, contiene menor porcentaje de gluten, esta harina al tomarla en la mano y oprimirla no se riega, es ligeramente claro y retiene poca agua, se fermenta rápidamente y es compacta, se utiliza fundamentalmente en panes de corteza suave (EcuRed 2021).

**f. Funciones de la sal, azúcar y grasa**

Entre las funciones de estos componentes (EcuRed 2021), se puede mencionar:

- **Funciones de la sal:** este componente resalta el sabor de los ingredientes del pan, modera en cierta medida la fermentación, controla el desarrollo del ácido láctico, refuerza el gluten y presenta efecto antiséptico (EcuRed 2021).
- **Funciones del azúcar:** La proporción de azúcar depende del tipo de pan a elaborar; el azúcar permite lograr una adecuada fermentación, de ahí la importancia de agregar una proporción correcta; también ayuda en la

retención de humedad y facilita en el desarrollo del sabor y aroma, según el tipo de pan (EcuRed 2021).

- **Funciones de la grasa:** Brinda suavidad a la masa, permite la lubricación del gluten logrando la expansión de la masa; también mejora las características sensoriales del pan; la deficiencia o exceso de grasa en el pan incide en la característica de textura (EcuRed 2021).

#### **f. Proceso de elaboración del pan**

El proceso de elaboración de pan (EcuRed 2021) por lo general consta de nueve pasos: 1) Pesado de la materia prima e insumos, 2) amasado, 3) Pesado de porciones de masa, 4) Primera fermentación, 5) Pesado y boleado de panes, 6) Fermentado en coches, 7) horneado, 8) enfriado y 9) almacenado.

#### **g. Métodos para la elaboración de las masas panaderas**

*Método directo:* Se colocan en mezcladora amasadora la materia prima e insumos (EcuRed 2021).

*Método indirecto:* En este caso, primero se mezcla la mitad de la materia prima e insumos, se prepara en dos días (EcuRed 2021).

#### **h. Clasificación de las masas panaderas**

Se clasifican en: *Masas blandas*, contiene mayor % de azúcar, utilizado para elaborar panes conocidos como: Hamburgues y otros, pueden ser saborizados con: jamón, pasa, ajo, queso, chorizo (EcuRed 2021). *Masas semiduras*, en este tipo de masa se agrega sólo 10 g de azúcar por litro de agua durante el mezclado-amasado, usada para la elaboración de los panes de molde (EcuRed 2021). *Masas duras*, en este caso, se incorpora solamente un % mínimo de azúcar, para que el pan adquiera el color característico; estas masas son usadas para elaborar los panes llamados flauta, trenza entre otros (EcuRed 2021).

### **2.2.4. Análisis de los alimentos**

Los alimentos contienen proporciones variables de agua, carbohidratos, proteínas, grasas, enzimas, minerales, vitaminas, pigmentos, sabores, aromas y diversos componentes bioactivos; las características de calidad (color, sabor, textura, valor nutricional e inocuidad) son determinadas por las interacciones físicas y químicas entre componentes y también con el ambiente que rodea al producto (Baroni 2017). Por ello es necesario conocer los componentes químicos de los alimentos y también la cinética de las reacciones que conllevan a la variación de dichos componentes

(Méndez 2020). Además, muchos productos pueden estar contaminados y ser un riesgo para nuestra salud, por ello es necesario realizar el análisis microbiológico a los productos en toda la cadena productiva (Basic Farm 2021).

Durante el proceso de elaboración de alimentos, estos podrían verse afectados por la presencia o ausencia de calor, humedad y la interacción con otros componentes, lo que podría dar origen a otras reacciones benéficas o de degradación; por ello los alimentos deben considerarse como sistemas químicos que varían según el tratamiento al que son sometidos (Méndez 2020).

#### **a. Análisis fisicoquímico**

Consiste en conocer que componentes contiene un producto y en qué proporción, según los objetivos del análisis pueden ser proteínas, lípidos, vitaminas, minerales, hidratos de carbono, metales pesados, residuos de plaguicidas, toxinas, compuestos bioactivos entre otros (Méndez 2020). El análisis fisicoquímico permite caracterizar un alimento desde el punto de vista nutricional y toxicológico (Méndez 2020).

El análisis fisicoquímico es necesario en el aseguramiento de la calidad de un producto, permite conocer el valor nutritivo y otras características de interés, para compararlas o verificar el cumplimiento de lo establecido en las normas (Millán y Ciro, citado por Cazar 2016);

#### **b. Análisis microbiológico**

Al ser los alimentos matrices muy complejas por su composición, son susceptibles a la agresión microbiana (bacterias, hongos y levaduras) ocasionando el deterioro de la calidad e inocuidad del producto; la carga microbiana presente en los alimentos debe controlarse, cuidando de no exceder los límites máximos permisibles (Méndez 2020).

Analizar microbiológicamente un producto significa identificar que microorganismos están presentes en un alimento y en qué cantidad; el análisis microbiológico establece cuan inocua es un producto o también determina el punto de posible contaminación del producto (Méndez 2020; Basic Farm 2021). La evaluación microbiológica de un producto no incrementa o disminuye su calidad, solamente cuantifica la carga microbiana, estableciendo los riesgos de contaminación o multiplicación de los microorganismos (Basic Farm 2021).

### **c. Análisis sensorial**

Disciplina científica mediante la cual evaluamos, medimos, analizamos e interpretamos los atributos sensoriales de un alimento haciendo uso de los órganos de los sentidos (Méndez 2020). Se considera un método subjetivo, porque la evaluación se realiza mediante los órganos de los sentidos, logrando la aceptación o rechazo de un alimento (Méndez 2020).

### **2.2.5. Evaluación sensorial de productos panarios**

El análisis sensorial es una herramienta muy útil para conocer la calidad y aceptabilidad de un alimento; para que un producto salga al mercado es necesario que cumpla con las normas de calidad (nutricional, inocuidad) y que sea aceptado por los consumidores (Anzaldúa, citado por Murillo 2018).

Los atributos sensoriales del pan se puede conocer con nuestro sentidos: vista, olfato, gusto, oído y tacto (Meilgaard *et al.* citado por Callejo 2016), tiene un rol preponderante en la determinación de la calidad de un alimento (Curic *et al.* citado por Callejo 2016). Para el consumidor, el factor principal para que un producto sea aceptado es la calidad sensorial (Dewettinck *et al.* citado por Callejo 2016).

Existen dos métodos de evaluación sensorial, los *métodos afectivos* (pruebas de aceptación) que valoran la actitud del consumidor referidos a los atributos de la calidad del pan y su elección, aspectos socio-culturales, sensación de frescura, entre otros (Callejo 2016).

Por otro lado, los *métodos analíticos* (análisis descriptivos), en este caso participan panelistas entrenados quienes deben conocer y estar habituados con los descriptores sensoriales, así como de la intensidad de cada atributo, lo que describen mediante escalas (Katina *et al.* citado por Callejo 2016). Comúnmente, las características sensoriales del pan evaluadas con regularidad son: apariencia, olor, textura y flavor (Kihlberg, citado por Callejo 2016).

#### **a. Atributos de apariencia**

Este atributo es evaluado por medio de la vista: el color de la parte interna del pan; color de la parte externa del pan; forma, regularidad y cantidad de alveolos (Kihlberg *et al.* citado por Callejo 2016). Los panes elaborados con harina integral y semi-integral presentan migas un poco oscuras (Callejo 2016).

El color de la miga del pan depende de la harina que utilizada en su elaboración,

también depende de la oxidación de ciertos pigmentos durante el amasado (Callejo 2016); mientras que el color de la parte externa del pan se origina durante el horneado (Callejo 2016).

La  $\alpha$ -amilasa desdobla el almidón en glucosa y maltosa, los que son consumidos por la levadura; estos monosacáridos participan también en las reacciones de Maillard (Callejo 2016). La cantidad y la dimensión de los alveolos contribuyen a la textura del pan (Salmenkallo-Martila *et al.* citado por Callejo 2016) y dependen del contenido proteico de la harina y de las condiciones del proceso fermentativo (Lassoued *et al.* citado por Callejo 2016). La sensación al tacto o en la boca de la miga es afectada por las características de los alveolos: (Lassoued *et al.* citado por Callejo 2016).

#### **b. Atributos de olor**

Este atributo constituye otro de los factores que determinan la aceptación del consumidor; este atributo depende de los componentes volátiles que están presentes en el pan y son los que están directamente relacionados con el olor del pan (Callejo 2016).

Durante el amasado se genera el olor característico debido a la acción enzimática; además, el metabolismo del fermento y las bacterias lácticas que participan en el proceso fermentativo, la oxidación de los lípidos (Cayot, citado por Callejo 2016) y el proceso de horneado, donde se da las reacciones enzimáticas y no enzimáticas (Cayot, citado por Callejo 2016); también la adición de insumos no tradicionales influyen en el olor del pan (Callejo 2016).

Las características del tostado del pan están influenciados por la generación de compuestos activos del flavour durante el horneado; siendo el de mayor influencia el 2-Acetyl-1-pirrolina (Thiele, citado por Callejo 2016).

#### **c. Atributos de textura**

En los panes que pasaron por el proceso de fermentación, el atributo textura está en relación directa con la calidad sensorial del producto, y muchas veces incide en la decisión de compra del consumidor (Heenan *et al.* citado por Callejo 2016). Las características de textura del pan: incremento de firmeza y pérdida de elasticidad están relacionados con la vida útil corta del pan y también la pérdida de frescura de la miga (Callejo 2016).

La textura detectada por los panelistas expertos es realizada en dos fases: la primera es la fase táctil, donde el panelista comprime con el dedo la miga del

pan, evaluando propiedades de compacidad y la elasticidad; en la segunda fase evalúa la humedad, adhesividad y posesividad, para ello coloca la miga en la boca (Callejo 2016).

#### **d. Atributos de flavor**

El flavor constituye la percepción olfatoria debido a componentes volátiles presente en el pan, los que son detectados por la cavidad nasal; es decir, es la detección en paralelo del sabor, aroma y el comportamiento del nervio trigeminal (Callejo 2016).

En el flavor del pan influyen no sólo los compuestos volátiles; los atributos: salado, dulce, amargo, ácido, los insumos, la levadura utilizada en la fermentación, las condiciones de fermentación y el horneado también aportan al flavor (Katina, citado por Callejo 2016).

#### **e. Procedimiento de cata de pan**

No se conoce un procedimiento definido sobre cómo proceder una evaluación sensorial en panes; en los papers se reportan muchos métodos para la preparación y presentación de las muestras según los atributos a evaluar (Guardia *et al.* citado por Callejo 2016).

### **2.2.6. Diseños experimentales**

Llamado así a la disposición de las unidades experimentales con el objetivo de tener control sobre el error experimental (Kuehl 2001). Los más conocidos y aplicados en investigación agroindustrial son el diseño completo al azar, diseño de bloques completos al azar, diseño de bloques incompletos balanceados.

#### **a. Diseño completo al azar**

También conocido por DCA, mediante la aplicación de este diseño se logra reducir el sesgo, porque se asigna al azar las unidades experimentales en los tratamientos (Sharma, Mulvaney, Rizvi 2003). Para que solamente el efecto sea del tratamiento en estudio, es necesario que las unidades experimentales sean homogéneas (Sharma, Mulvaney, Rizvi 2003).

#### **b. Diseño de bloques completos al azar (DBCA)**

El DBCA se aplica para reducir la influencia de una variable que no es de estudio (variable de interferencia), para ello se debe agrupar las unidades experimentales y ordenar al azar la variable interferencia (Sharma, Mulvaney, Rizvi 2003).

Mediante el bloqueo del efecto de la variable de interferencia es posible mitigar la varianza del error experimental, logrando mayor precisión en el tratamiento de los datos (Kuehl 2001).

### **c. Diseño de bloques incompletos balanceados (DBIB)**

El DBIB se aplica en el diseño de experimentos con el objetivo de disminuir la varianza del error experimental logrando obtener comparaciones más veraces entre los tratamientos en estudio; es aplicable cuando tenemos demasiados tratamientos o muestras (Kuehl 2001). En estudios de evaluación sensorial, mediante este diseño se puede evaluar muchas muestras, porque al proporcionar a cada panelista una cantidad limitada de muestras logramos una mejor evaluación, porque se evita el cansancio o el hastío del catador al evaluar demasiadas muestras (Cochran, citado por Severiano *et al.* 2014).

## **2.3. Definición de términos básicos**

### **- Clon CCN51**

Variedad ecuatoriana, introducida en el Perú por su resistencia a enfermedades, especialmente moniliasis; se aprovecha principalmente por su rendimiento en manteca (PDG 2018).

### **- Exocarpio del cacao**

La cáscara, caparazón grueso del fruto de cacao presenta tres partes bien definidas; la superficie llamada exocarpio, presenta surcos y es de color variable (PDG 2018).

### **- Endocarpio del cacao**

Es la parte inferior e interior de la cáscara de cacao, es la que protege al mucílago y los granos, es de naturaleza rígida (PDG 2018).

### **- Mazorca**

Llamado así al fruto del cacao, consta principalmente de cáscara, mucílago y grano. El color de las semillas es ligeramente (Ayestas, citado por Tonato 2017).

### **- Mesocarpio del cacao**

Es la capa media de la cáscara, se encuentra por debajo del exocarpio, es una masa ligeramente suave (PDG 2018).

- **Pulpa o mucílago**

Es una masa ligeramente de color blanco, se encuentra rodeando a los granos de cacao, es dulce y sirve de sustrato durante el proceso fermentativo (PDG 2018).

- **Raquis/Funículo y Placenta**

El funículo mantiene unidas las semillas a la placenta, la pulpa y la masa mucilaginosa que rodea la placenta también sirven de sustrato durante la fermentación (PDG 2018).

- **Theobroma cacao**

Nombre científico del cacao, árbol no muy grande, su fruto llamado también mazorca, tiene forma ovalada, de diferentes colores según el clon (Tonato 2017).

### III. MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución y área de estudio

##### 3.1.1. Lugar de ejecución

El trabajo de tesis se desarrolló en los Laboratorios de Poscosecha y Procesos Agroindustriales de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales, y también en la Panadería UNIA de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, ubicado en el km 0.63, carreta a San José, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali. Los servicios de análisis lo realizaron en la empresa Natura Analítica, ubicado en la ciudad de Pucallpa.

##### 3.1.2. Descripción del área de estudio

Según el Plan de Estudios de la Carrera profesional de Ingeniería Agroindustrial, la presente investigación forma parte de la línea de investigación: Procesamiento de lácteos, cárnicos, frutas y hortalizas, cereales, oleaginosas y leguminosas, que a la vez es parte del área de investigación: Tecnología de productos alimentarios. Corresponde a una investigación de tipo aplicada y de nivel experimental.

#### 3.2. Identificación y descripción del material experimental

##### 3.2.1. Identificación del material experimental

Se utilizó cáscara de los frutos de cacao (*Theobroma cacao*), variedad CCN51. Los frutos de cacao fueron recolectados de la parcela del Sr. Pizarro, ubicado en el Centro Poblado San Juan Bautista, distrito de San Alejandro, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali, las coordenadas UTM se reportan en el Anexo 15 Registro fotográfico.

#### 3.3. Procedimientos

##### 3.3.1. Preparación de la muestra a partir de la cáscara de cacao

###### - Cosecha de los frutos de cacao

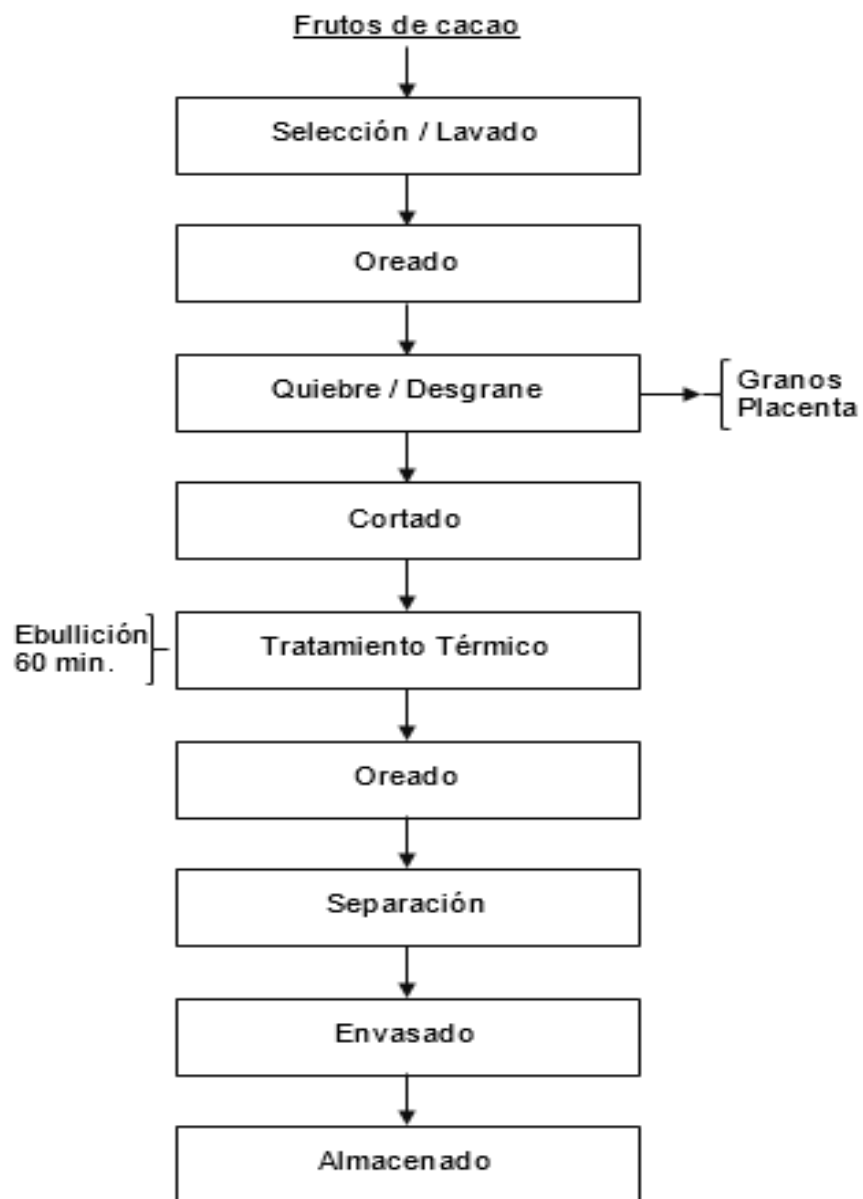
Los frutos de cacao se cosecharon por la mañana, seleccionando los frutos maduros y sanos. Se tuvo la ayuda del Sr. Pizarro, productor agrícola con experiencia en el manejo y beneficio de los granos de cacao.

###### - Recolección de la cáscara de cacao

Los frutos recolectados fueron trasladados al Laboratorio Poscosecha, donde fueron lavados y cortados por la mitad con la finalidad de separar los granos de cacao y obtener la muestra de cáscara de cacao.

- **Obtención de la masa de mesocarpio de la cáscara de cacao**

Se realizó según lo reportado por Rubens (2015) con ligeras modificaciones: En la Figura 2 se muestra las etapas seguidas para la obtención del mesocarpio de cacao. La cáscara se cortó en ocho partes longitudinales y se hizo hervir durante 60 minutos para ablandarlos y disminuir el pardeamiento, luego de ello se tuvo que escurrir y enfriar a temperatura ambiente; seguidamente, con un cuchillo se retiró la parte externa rugosa y con color; también se eliminó la delgada capa interna. La muestra (masa de mesocarpio) de cáscara de cacao, se guardó en bolsas en refrigeración.



**Figura 2.** Diagrama de bloques para la obtención de la masa de mesocarpio de cacao.

### 3.3.2. Características fisicoquímicas del mesocarpio de cáscara de cacao

Se preparó y acondicionó el mesocarpio de la cáscara de cacao clon CCN51 para el respectivo análisis fisicoquímico. Se tuvo en cuenta los procedimientos considerados por Castillo *et al.* (2018).

- **Humedad:** Método de la pérdida de agua en estufa convencional, según AOAC (1995) N° 950.46, citado por Castillo *et al.* (2018). Se llevó a cabo en el Laboratorio Poscosecha.
- **Grasa:** Mediante extracción de grasa cruda con éter de petróleo y luego evaporar el solvente a 100°C (Oladimeji y Kolapo, citado por Castillo *et al.* (2018)). Se realizó por servicio de terceros, empresa Natura Analítica.
- **Proteína:** Mediante el método Kjeldahl, según AOAC (1995) N° 928.08, Castillo *et al.* (2018). Se realizó por servicio de terceros, empresa Natura Analítica.
- **Ceniza:** Mediante la ignición u oxidación completa de la materia orgánica de un alimento. Se utilizó el método de incineración en mufla a 550°C propuesto por AOAC (1980) N° 18.025, Castillo *et al.* (2018). Se realizó en el Laboratorio Poscosecha.
- **Fibra cruda:** Mediante el método propuesto por la AOAC (1990), Castillo *et al.* (2018). Se realizó por servicio de terceros, empresa Natura Analítica.

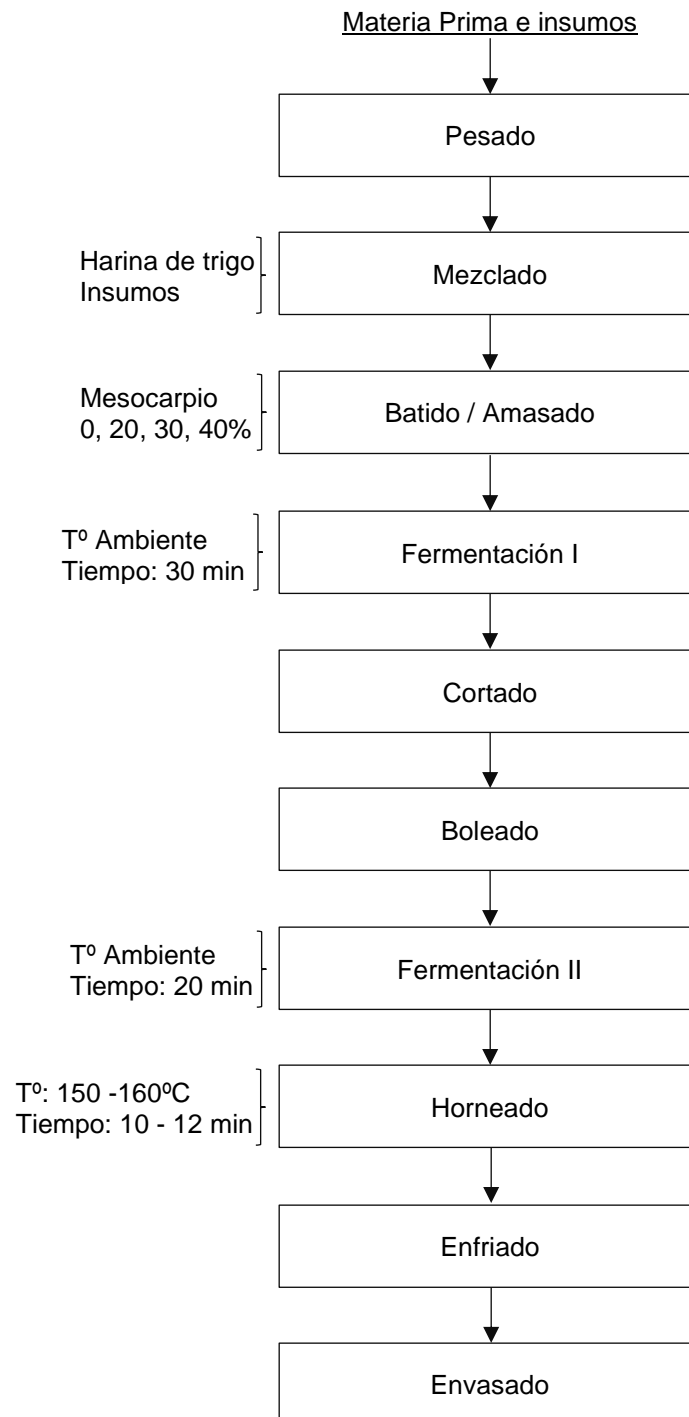
### 3.3.3. Elaboración de pan mediante la adición del mesocarpio de cáscara de cacao

La elaboración de pan se realizó según lo propuesto por Sancho (2013) con ligeras modificaciones. En la Figura 3 se muestra las etapas seguidas para la elaboración de pan mediante la adición de mesocarpio de cacao.

Se procedió mediante el método directo; para ello, luego del pesado de los insumos, se mezclaron primeramente los insumos secos (harina, levadura, sal, azúcar) con un poco de agua (fría-helada). Todo ello se mezclaron en la mezcladora-sobadora, marca Florida. Luego se agregó la manteca y la pasta de cáscara de cacao, según la formulación considerada. Concluido el amasado, la masa elástica y flexible se dejó fermentar por 30 min (fermentación I) en la cámara de fermentación marca Florida.

Concluida la fermentación del total de la masa se procedió a cortar la masa (Cortadora marca Alvarado) en pequeños bolos con el peso de 30 g, luego se

bolearon y fueron colocados en las bandejas donde se llevó a cabo la segunda fermentación durante 20 min (fermentación II). Seguidamente, los bolos fueron horneados (horno rotativo marca Kevin Liss) bajo condiciones controladas de tiempo (10 – 12 min) y temperatura (150 -160°C). Por último, los panes se enfriaron durante una hora a temperatura ambiente hasta su posterior evaluación.



**Figura 3.** Diagrama de bloques para la elaboración de panes mediante la adición de mesocarpio de cacao durante el amasado.

### 3.3.4. Determinación de las características fisicoquímicas del pan

Se seguirá la metodología utilizada por Murillo (2018), lo cual se indica:

- **pH** (método potenciométrico): para ello se colocó 10 g de muestra en 100 mL de agua hervida fría, se agitó suavemente, se filtró con gasa estéril, introduciendo el electrodo del potenciómetro y realizando la lectura (943.02 AOAC 02-31.01).
- **Acidez titulable:** Se realizó mediante titulación de neutralización (NTP 206.008:1976 - revisada el 2021), utilizando fenolftaleína como indicador e hidróxido de sodio 0.1 N como solución titulante. Para determinar el porcentaje de acidez se aplicó la expresión:

$$\% \text{ acidez} = \frac{AxBxC}{D} x 100$$

Donde:

A = Normalidad del NaOH

B = Miliequivalente del H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0.049)

C= Volumen en ml gastado del NaOH

D= Peso de la muestra en gramos

- **Humedad:** Según la técnica 934.06 de la AOAC (1990). En el Laboratorio de Poscosecha. Se hizo en una estufa.
- **Ceniza:** Según la técnica 940.26 de la AOAC (1990). En el Laboratorio de Poscosecha. Se realizó en una mufla.
- **Proteína:** Según la técnica 930.29 de la AOAC (1990). Se realizó por servicio de terceros, en la empresa Natura Analítica.
- **Grasa:** Según la técnica 922.06 de la AOAC (1990). Se realizó por servicio de terceros, en la empresa Natura Analítica.
- **Carbohidratos:** calculado por diferencia, mediante la expresión:  
Carbohidratos = 100 - (% de grasa + % proteína + % humedad + % cenizas + % fibra cruda).
- **Fibra cruda:** Según la técnica 962.09 de la AOAC (1990). Se realizó por servicio de terceros, en la empresa Natura Analítica.

### **3.3.5. Evaluación de los atributos sensoriales del pan**

Se realizó según la metodología propuesta por Sancho (2013) con ligeras modificaciones. La aceptabilidad del producto se evaluó a través de una escala hedónica de cinco puntos: 1. me disgusta mucho, 2. me disgusta poco, 3. ni me gusta ni me disgusta, 4. me gusta poco y 5. Me gusta mucho. La ficha de análisis sensorial aplicado se muestra en el Anexo 1.

#### **a. Selección y número de panelistas**

Los panes fueron evaluados por 34 panelistas semi entrenados (Mahecha, citado por Surco y Alvarado 2011) pero consumidores habituales de pan (Lawlee y Haymann, citado por Surco y Alvarado 2011). Antes de la degustación, se informó a los panelistas sobre el protocolo de degustación y sobre el producto a evaluar (Catania y Avagnina 2007).

#### **b. Desarrollo de la evaluación**

La evaluación sensorial se realizó en los ambientes de la Panadería UNIA, cuidando la accesibilidad y evitando distracciones como ruido y olores extraños (Reglero 2011; Severiano *et al.* 2014). Las muestras de pan se presentaron en platos descartables, también se adjuntaron agua de mesa, el cuestionario, lapicero y servilletas. La hora de la evaluación sensorial fue por la mañana, aproximadamente a las 10:00 a.m., entregándose cuatro muestras diferentes a cada panelistas (Reglero 2011; Sancho, 2013).

### **3.3.6. Análisis microbiológico de los panes con mejor atributo sensorial**

Los panes que presentaron mejores atributos sensoriales fueron llevados para el respectivo análisis microbiológico, se realizó en la empresa Natura Analítica.

## **3.4. Variables**

En el Cuadro 3 se muestra la operacionalización de variables.

### **3.4.1. Variable independiente**

Factor: Porcentaje de adición del mesocarpio de cacao.

Nivel: 0, 20, 30 y 40% de adición de mesocarpio (base: cantidad de harina de trigo)

### **3.4.2. Variables dependientes**

Características físicoquímicas : (Acidez, pH, humedad, grasa, proteínas, carbohidratos, cenizas, fibra bruta)

Atributos sensoriales : Color, sabor, olor, textura, apariencia general.

**Cuadro 3.** Operacionalización de variables.

Variables	Definición operacional	Dimensiones	Indicador
<b>V.I.</b> Porcentaje de adición del mesocarpio de cáscara de cacao.	Cantidad de masa de mesocarpio de cáscara de cacao que se añadirá a la formulación para elaborar pan.	Físico	% de masa de mesocarpio de cáscara de cacao 0 % 20% 30% 40%
<b>V.D.</b> Características fisicoquímicas del pan.  Atributos sensoriales del pan	Parámetros que caracterizan un alimento desde el punto de vista nutricional.	Físicos Químicos	Acidez, pH, humedad, proteína, grasa, carbohidratos, fibra bruta.
	Son parámetros subjetivos que definen la aceptación o rechazo de un producto.	Color, olor, sabor, textura. Apariencia general.	Puntaje 1 Me disgusta mucho 2 Me disgusta poco 3 No me gusta ni me disgusta 4 Me gusta poco 5 Me gusta mucho

### 3.5. Población y muestra

#### 3.5.1. Población

La población considerada fueron los kg de frutos de cacao clon CCN51 que produce en el distrito de San Alejandro, aproximadamente 1750 toneladas (DEVIDA 2020), provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali.

#### 3.5.2. Muestra

La muestra de frutos de cacao fueron recolectados de la parcela del Sr. Pizarro, ubicado en el Centro Poblado San Juan Bautista, distrito de San Alejandro, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali. En total se recolectaron 44,3 kg de frutos de cacao, los que fueron trasladados al Laboratorio Poscosecha, de los cuales se obtuvieron 27.8 kg de cáscara, obteniéndose al final 11,12 kg de mesocarpio de cacao.

### 3.6. Tratamientos

En la presente investigación se estudió un solo factor: Porcentaje de adición del mesocarpio de cáscara de cacao. Según la formulación que se muestra en el Cuadro 6. Se consideraron cuatro formulaciones – tratamientos, donde la base para el cálculo de los insumos, incluido la masa de mesocarpio considerada en la formulación fue la cantidad de harina de trigo (100% equivalente a 100 g).

**Cuadro 4.** Formulaciones (tratamientos) considerados en la investigación.

	<b>F<sub>1</sub> o T<sub>1</sub></b>	<b>F<sub>2</sub> o T<sub>2</sub></b>	<b>F<sub>3</sub> o T<sub>3</sub></b>	<b>F<sub>4</sub> o T<sub>4</sub></b>
Pasta de cáscara de cacao	0.00 g	20.00 g	30.00 g	40.00 g
Harina de trigo	100.00 g	100.00 g	100.00 g	100.00 g
Sal	2.00 g	2.00 g	2.00 g	2.00 g
Azúcar	2.50 g	2.50 g	2.50 g	2.50 g
Levadura	2.00 g	2.00 g	2.00 g	2.00 g
Mejorador	1.00 g	1.00 g	1.00 g	1.00 g
Antimoho	0.30 g	0.30 g	0.30 g	0.30 g
Emulsificante	1.00 g	1.00 g	1.00 g	1.00 g
Manteca	8.00 g	8.00 g	8.00 g	8.00 g
Agua	50.00 g	50.00 g	50.00 g	50.00 g

Para los resultados del análisis fisicoquímico se aplicó el diseño completo al azar. Se ha considerado cuatro tratamientos en estudio, teniendo el modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + E_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ij}$  : Variable respuesta (características fisicoquímicas del pan)

$\mu$  : Media general.

$A_i$  : Efecto de la adición de cáscara de cacao.

$E_{ijk}$  : Error experimental.

Para la evaluación sensorial, se consideró un diseño en bloques completos al azar. Teniendo el modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + P_j + E_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ij}$  : Observación (características sensoriales del pan)

$\mu$  : Media general.

$S_i$  : Efecto de la adición de cáscara de cacao.

$P_j$  : Efecto de los panelistas (bloque).

$E_{ijk}$  : Error experimental.

### **3.7. Recolección de datos**

#### **3.7.1. Fuentes de información**

Se consideró como fuentes de información la bibliografía especializada referida a la investigación, el reporte de los análisis de las características fisicoquímicas y los resultados de la evaluación de los atributos sensoriales del pan.

#### **3.7.2. Unidad experimental y de medición**

La unidad experimental fueron los panes elaborados con diferentes porcentajes de adición de mesocarpio de cáscara de cacao clon CCN51.

Las unidades de medición fueron los resultados reportados del análisis de las características fisicoquímicas y de la evaluación de los atributos sensoriales realizados por los panelistas.

#### **3.7.3. Tipos de muestreo**

La recolección de la cáscara de cacao clon CCN51 se realizó mediante un muestreo no probabilístico (intencional o por criterio) (Hernández *et al.* 2014), se cosecharon los frutos de cacao que hayan completado su madurez y sanos.

#### **3.7.4. Técnicas para recolección de datos**

Fueron del tipo instrumental, resultado de las determinaciones de las características fisicoquímicas; en el caso de la evaluación de los atributos sensoriales del pan, fueron los formatos.

### **3.8. Procesamiento de datos**

Los datos se analizaron estadísticamente teniendo en cuenta si cumplen con los requerimientos para evaluarlos mediante pruebas paramétricas o no paramétricas. En Anexos se muestran dichos análisis. De ser paramétricas se analizó mediante el análisis de varianza y su respectiva comparación de medias de haber significación. De ser no paramétricas se analizaron mediante la prueba de Friedman. En ambos casos se utilizaron la hoja de cálculo Microsoft Excel y el software estadístico Statgraphics Centurión XVII.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Características fisicoquímicas del mesocarpio de *Theobroma cacao* clon CCN51

En el Cuadro 7 se muestra los resultados de la característica fisicoquímica de la masa de mesocarpio de cacao

**Cuadro 5.** Características fisicoquímicas de la masa de mesocarpio de cacao.

Parámetro	Unidad	Casos	Cantidad <sup>1</sup>
pH	-	3	5.63 ± 0.42
Acidez titulable (Ác. Cítrico)	%	3	0.58 ± 0.02
Humedad	%	3	77.53 ± 0.57
Proteína	%	3	2.67 ± 0.02
Aceites y grasas	%	3	0.52 ± 0.01
Carbohidratos	%	3	16.18 ± 0.55
Fibra bruta	%	3	2.10 ± 0.01
Cenizas	%	3	0.99 ± 0.01

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media ± SD, para n = 3.

Según el valor del pH de la masa de mesocarpio de cacao se le considera como un alimento de baja acidez: pH: 5.0 – 6.8 (DocerArgentina 2021). En la literatura, para la cáscara fresca de cacao se reportan diferentes valores para las características químicas, como humedad (85%), proteína (1.07%), grasa (0.025), fibra (5.54%), carbohidratos (7.05%) (Tonato 2017); también tenemos, contenido de humedad: 83.81%, proteína: 0.82%, grasa: 0.2%, fibra: 3.16%, cenizas: 1.73% (Sorana *et al.* citado por Andrango 2013); además, se reporta para la cáscara los valores de humedad: 84% (Marsiglia *et al.* 2016); y que la cáscara de cacao tiene altos contenidos de humedad y carbohidratos (87,06% y 11,03% en peso fresco, pero bajos contenidos de proteína cruda, lípidos crudos y cenizas (0,31%, 0,12% y 1,48% en peso fresco) (Nguyen y Nguyen 2017). La diferencia entre los resultados reportados en la literatura y los determinados en la investigación puede deberse a la variedad del fruto de cacao, procedencia de la materia prima, condiciones de cultivo, parte del fruto; pero la principal diferencia deberse porque los resultados de la investigación es sobre el mesocarpio de cacao y no sobre la toda la cáscara de cacao.

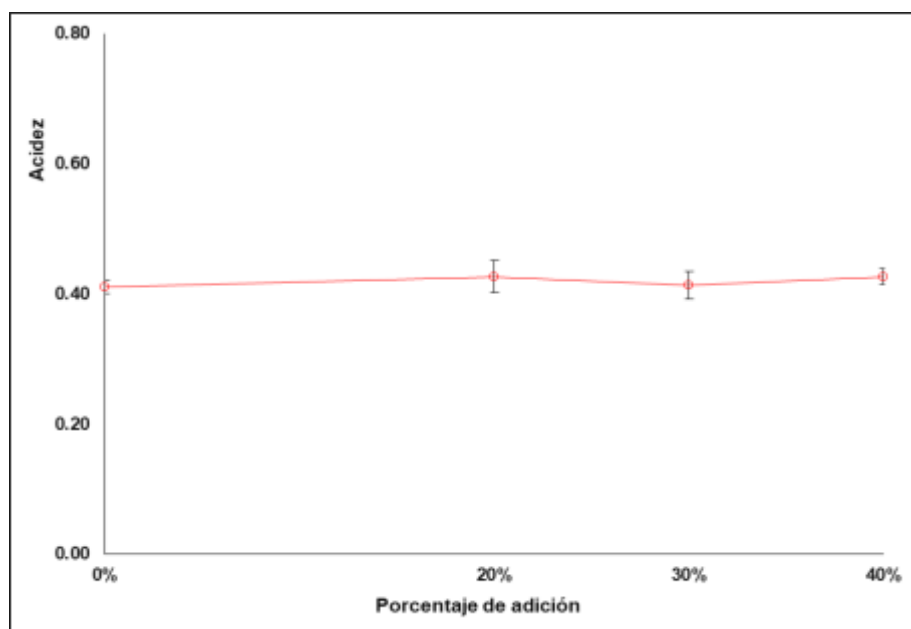
De mayor interés es el contenido de fibra del mesocarpio de cacao. La cáscara de cacao contiene pectina (Vriesmann y Petkowicz 2013), es rico en fibra dietética: 35.3 – 37.4% (Delgado-Ospina *et al.* 2021). La pectina que es capaz de formar geles, lo que sugiere como aditivo gelificante y espesante (Vriesmann y Petkowicz 2013) y es una interesante

alternativa para el incremento de la cadena de valor del cacao (Hennessey-ramos *et al.* 2021). Además, las pectinas se aprovechan por uso terapéutico como constituyente de la fibra dietaria (Thakur *et al.* citado por Barazarte *et al.* 2008). Por otro lado, la pectina es una fibra dietética, constituyente de la pared celular de los vegetales; los beneficios para la salud asociados con las fibras dietéticas se deben a los roles bioactivos en la inducción de cambios morfológicos en el intestino delgado (Yabe 2018).

## 4.2. Evaluación de las características fisicoquímicas de los panes elaborados mediante la adición del mesocarpio *Theobroma cacao* clon CCN51

### 4.2.1. Acidez y pH

En la Figura 4 se muestra la variación de la acidez de los panes conforme se incrementa la adición de mesocarpio de cacao.



**Figura 4.** Variación de la acidez del pan según porcentaje de adición de mesocarpio de cacao.

Observamos una mínima variación en la acidez de los panes según se incrementa el mesocarpio de cacao. Las levaduras son las responsables de la fermentación alcohólica; sin embargo, algunas veces se pueden encontrar bacterias, estas participan en el proceso fermentativo confiriendo al pan una cierta acidez (Mesas y Alegre, citado por Aquipucho y Quispe 2019).

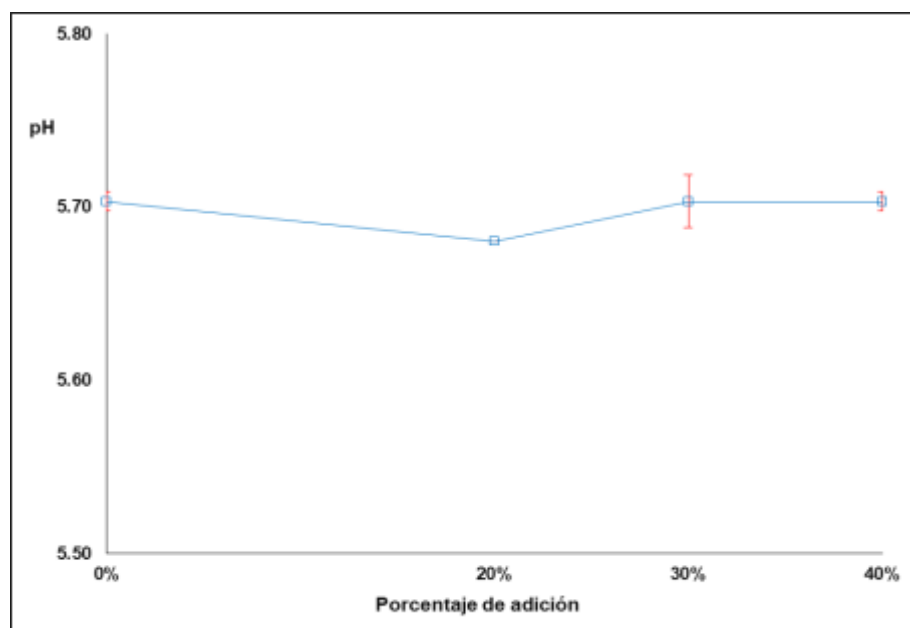
Según el análisis de varianza mostrado en el Cuadro 34 del Anexo 7, el valor de probabilidad es 0,5730 ( $P_v > 0,05$ ), luego la acidez de los panes no se ve afectado por la adición de mesocarpio de cacao, lo que se corrobora en el Cuadro 8.

**Cuadro 6.** Comparación múltiple de Tukey para la acidez de los panes.

% de adición de mesocarpio	Casos	Acidez <sup>1</sup>
0% de adición	3	0,41 ± 0.01 <sup>a</sup>
20% de adición	3	0,43 ± 0.03 <sup>a</sup>
30% de adición	3	0,41 ± 0.02 <sup>a</sup>
40% de adición	3	0,43 ± 0.01 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media ± SD, para n = 3.  
Letras diferentes denotan diferencia significativa.

Los valores de la acidez de los panes elaborados con adición de mesocarpio de cacao son menores a lo permitido en la norma para panes blancos: LMP: 0,5% (MINSA 2011). En la Figura 5 se muestra la variación del pH de los panes según se adiciona el mesocarpio de cacao.



**Figura 5.** Variación del pH del pan según porcentaje de adición de mesocarpio de cacao.

Podemos observar ligera variación en el valor del pH de los panes, hay una disminución del pH cuando se adiciona 20% de mesocarpio de cacao, lo que se relaciona con el incremento de la acidez para los panes cuya adición de mesocarpio de cacao fue del 20%.

Según el análisis de varianza mostrados en el Cuadro 37 del Anexo 8, el valor de probabilidad es 0,0247 ( $P_v < 0,05$ ) por tanto la acidez de los panes se ve afectado por la adición de mesocarpio de cacao. En el Cuadro 9 se muestra la prueba de Bonferroni para el pH de los panes cuando se adiciona mesocarpio de cacao.

**Cuadro 7.** Comparación múltiple de Bonferroni para el pH de los panes.

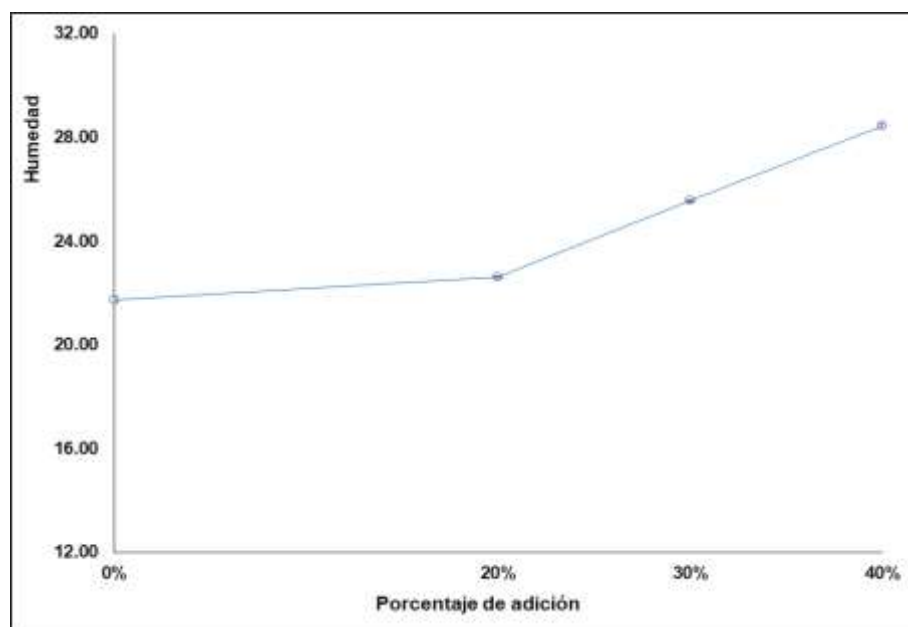
% de adición de mesocarpio	Casos	pH <sup>1</sup>
0% de adición	3	5.70 ± 0.01 <sup>a</sup>
20% de adición	3	5.68 ± 0.00 <sup>a</sup>
30% de adición	3	5.70 ± 0.02 <sup>a</sup>
40% de adición	3	5.70 ± 0.01 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media ± SD, para n = 3.  
Letras diferentes denotan diferencia significativa.

Observamos que el pH de los panes no presentan diferencia estadística significativa para todos los tratamientos (0%; 20%; 30% y 40%); el método de Bonferroni se usa para ajustar el error cuando el número de comparaciones es pequeño (Dagnino 2014).

#### 4.2.2. Humedad

En la Figura 6 se muestra la variación de la humedad de los panes conforme se incrementa el porcentaje de adición de mesocarpio de cacao.



**Figura 6.** Variación de la humedad del pan según porcentaje de adición de mesocarpio de cacao.

Se observa cambios en la humedad de los panes elaborados mediante la adición de mesocarpio de cacao durante el amasado, hay un incremento en la humedad de los panes conforme se incrementa el porcentaje de adición de mesocarpio de

cacao, siendo más pronunciado dicho incremento cuando los porcentajes de adición de mesocarpio de cacao son de 30% y 40% respectivamente.

Según las prueba estadística mostrado en el Cuadro 40 del Anexo 9, el valor de probabilidad es 0,0153 ( $P_v < 0,05$ ) por tanto la adición de mesocarpio de cacao durante el amasado influye en la humedad de los panes. En el Cuadro 10 se muestra la prueba de rangos de Bonferroni.

**Cuadro 8.** Prueba de comparación múltiple de rangos de Bonferroni para el contenido de humedad en los panes.

<b>% de adición de mesocarpio</b>	<b>Casos</b>	<b>Media <sup>1</sup></b>
Panes con adición de 0%	3	21.73 ± 0.12 <sup>a</sup>
Panes con adición de 20%	3	22.60 ± 0.03 <sup>b</sup>
Panes con adición de 30%	3	25.55 ± 0.06 <sup>c</sup>
Panes con adición de 40%	3	28.45 ± 0.06 <sup>d</sup>

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media ± SD, para n = 3.

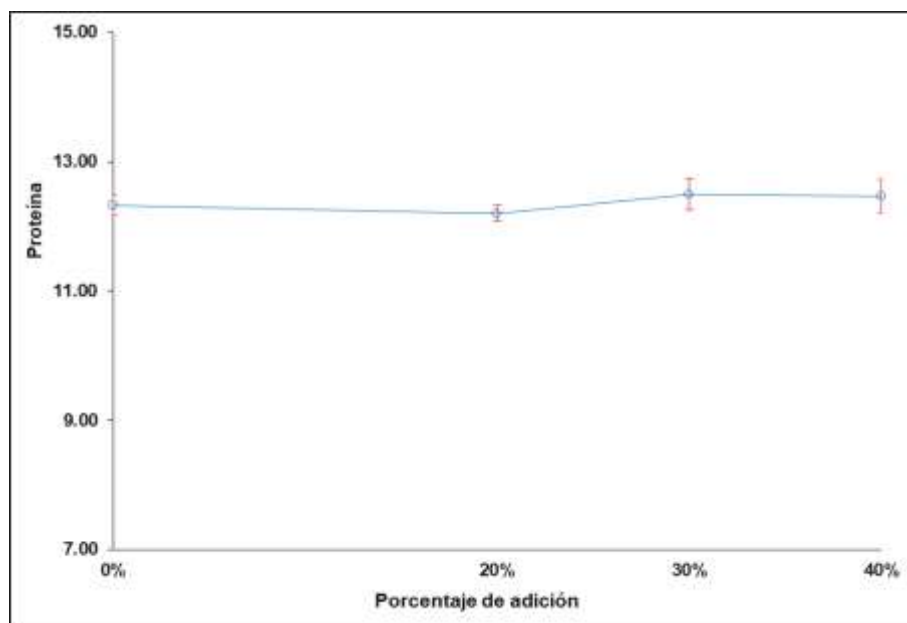
Letras diferentes indican diferencia significativa.

Se observa diferencias en el contenido de humedad de los panes, incrementándose conforme aumenta el porcentaje de adición de la masa de mesocarpio de cacao.

El incremento queda explicado por el porcentaje de adición de masa de mesocarpio de cacao, porque conforme se incrementa el porcentaje, también el contenido de pectina se incrementa, debido a que el mesocarpio tiene fibra; esta fibra que contiene pectina tiene la propiedad de retener el agua (Vriesmann y Petkowicz 2013).

#### **4.2.3. Proteína**

En la Figura 7 se muestra la variación del contenido proteico de los panes conforme se incrementa el porcentaje de adición de mesocarpio de cacao. Podemos observar mínima variación en el contenido proteico de los panes, lo que demuestra que el aporte proteico sólo lo hace la harina de trigo.



**Figura 7.** Variación de la humedad del pan según porcentaje de adición de mesocarpio de cacao.

Según el análisis de varianza mostrados en el Cuadro 43 del Anexo 10, el valor de probabilidad es 0,3059 ( $P_v > 0,05$ ) por tanto la adición de mesocarpio de cacao durante el amasado no influye en el contenido proteico de los panes. El Cuadro 11 confirma los resultados del análisis de varianza.

**Cuadro 9.** Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey para el contenido proteico de los panes.

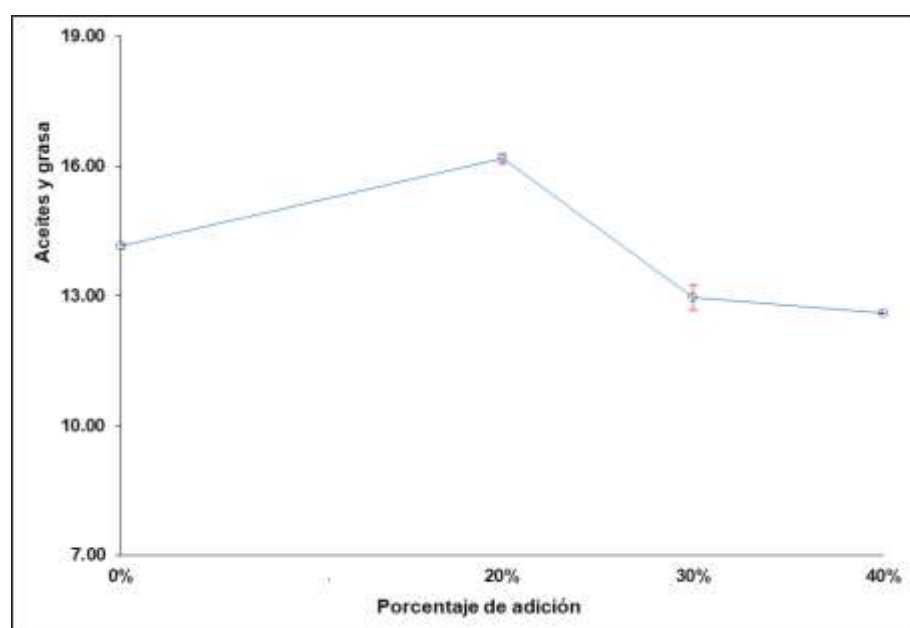
% de adición de mesocarpio	Casos	Media <sup>1</sup>
Panes con adición de 20%	3	12,20 ± 0.12 <sup>a</sup>
Panes con adición de 0%	3	12,33 ± 0.16 <sup>a</sup>
Panes con adición de 40%	3	12,47 ± 0.25 <sup>a</sup>
Panes con adición de 30%	3	12,50 ± 0.24 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media ± SD, para n = 3.  
Letras diferentes indican diferencia significativa.

La masa de mesocarpio de cacao contiene bajo porcentaje de proteína, luego su aporte al pan no es significativo, por lo tanto, el único aporte de proteína lo está haciendo la harina de trigo.

#### 4.2.4. Aceites y grasas

En la Figura 8 se muestra el comportamiento del contenido de aceites y grasas de los panes en función del porcentaje de adición de mesocarpio de cacao.



**Figura 8.** Variación del contenido de aceites y grasas en el pan según porcentaje de adición de mesocarpio de cacao.

Podemos observar cambios en el contenido de aceites y grasas de los panes, hay un incremento cuando la adición de mesocarpio de cacao fue del 20%; sin embargo, disminuye el contenido de aceites y grasas cuando la adición de mesocarpio de cacao es del 30% y 40% respectivamente.

El análisis de varianza mostrado en el Cuadro 46 del Anexo 11, muestra un valor de probabilidad de 0,0156 ( $P_v < 0,05$ ); luego, la adición de mesocarpio de cacao durante el amasado influye en el contenido de aceites y grasas de los panes. En el Cuadro 12 se muestra la prueba de Bonferroni.

**Cuadro 10.** Prueba de comparación múltiple de rangos de Bonferroni para el contenido de aceites y grasas en los panes.

% de adición de mesocarpio	Casos	Media <sup>1</sup>
Panes con adición de 40%	3	12.61 ± 0.02 <sup>a</sup>
Panes con adición de 30%	3	12.97 ± 0.31 <sup>a</sup>
Panes con adición de 0%	3	14.15 ± 0.05 <sup>b</sup>
Panes con adición de 20%	3	16.17 ± 0.11 <sup>c</sup>

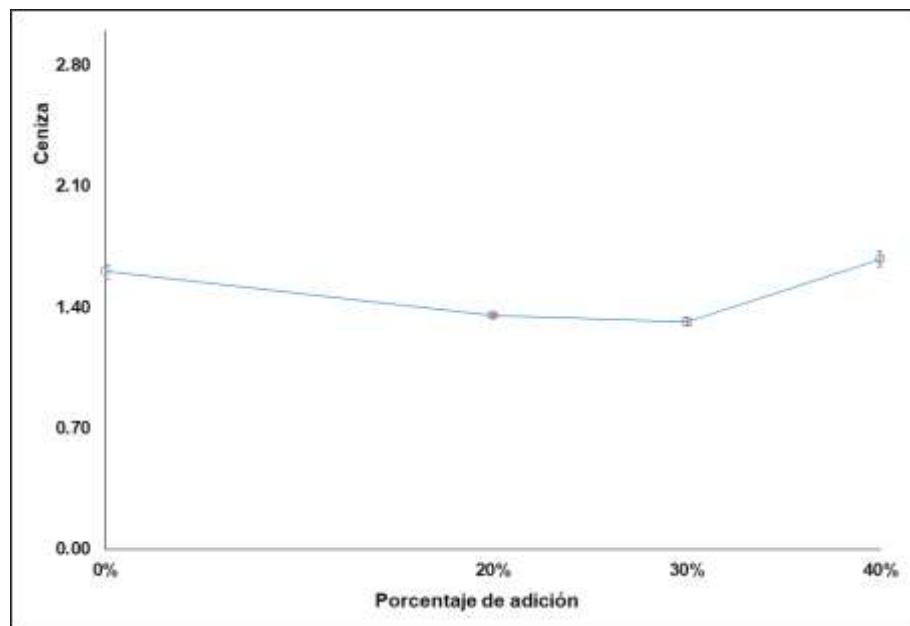
<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media ± SD, para n = 3.

Letras diferentes indican diferencia significativa.

La masa de mesocarpio de cacao contiene un bajo contenido de aceites y grasa; luego el aporte es mínimo. La diferencia detectada en la prueba estadística podría deberse al uso de manteca durante el proceso, en la etapa de boleado, donde para poder manipular los bolos de masa se unta la mesa de trabajo con manteca, para evitar que la masa se quede pegado en la mesa.

#### 4.2.5. Cenizas

En la Figura 9 se muestra la variación del contenido de cenizas de los panes conforme se adiciona el mesocarpio de cacao.



**Figura 9.** Variación del contenido de cenizas del pan según porcentaje de adición de mesocarpio de cacao.

Observamos variaciones en el contenido de cenizas de los panes, los que disminuyen cuando la adición de mesocarpio de cacao durante el amasado es del 20% y del 30%; sin embargo, cuando la adición de mesocarpio de cacao durante el amasado es del 40% se observa un incremento en el contenido de cenizas.

Según las prueba estadística mostrado en el Cuadro 49 del Anexo 12, el valor de probabilidad es 0,0201 ( $P_v < 0,05$ ) luego, la adición de mesocarpio de cacao durante el amasado influye en el contenido de cenizas de los panes. En el Cuadro 13 se muestra la prueba de Bonferroni.

**Cuadro 11.** Prueba de comparación múltiple de rangos de Bonferroni para el contenido de cenizas en los panes.

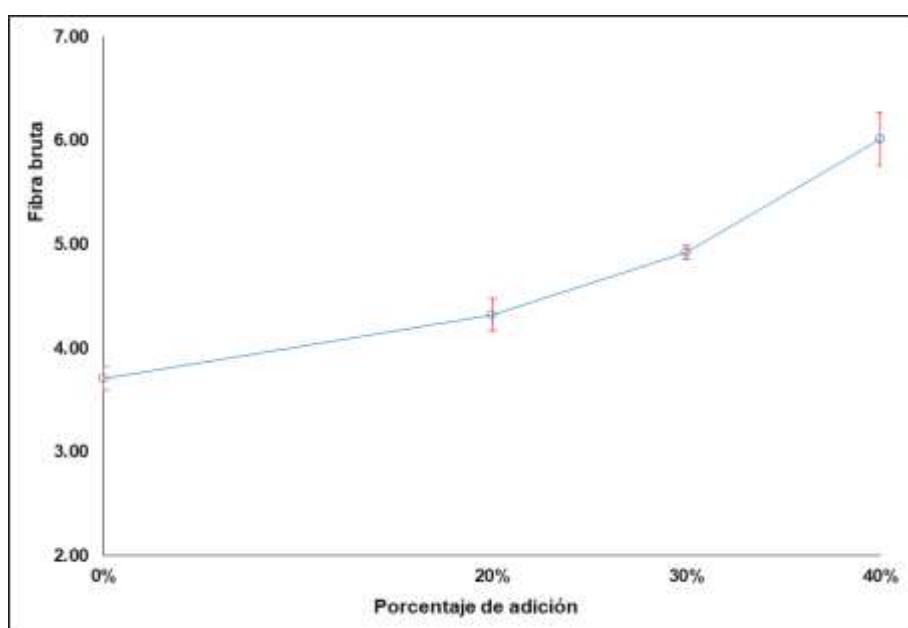
% de adición de mesocarpio	Casos	Media <sup>1</sup>
Panes con adición de 30%	3	1.32 ± 0.02 <sup>a</sup>
Panes con adición de 20%	3	1.35 ± 0.01 <sup>a</sup>
Panes con adición de 0%	3	1.61 ± 0.04 <sup>b</sup>
Panes con adición de 40%	3	1.68 ± 0.04 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media ± SD, para n = 3.  
 Letras diferentes indican diferencia significativa.

La masa de mesocarpio de cacao contiene 0.99% de cenizas, que corresponde al contenido de minerales en la masa. Los panes presentan también bajos porcentajes de cenizas, que son el aporte del mesocarpio de cacao, harina de trigo y otros insumos. Si bien existe diferencia en el contenido de cenizas; sin embargo, dichas diferencias son pequeñas, siendo los panes elaborados mediante la adición con 40% de mesocarpio de cacao durante el amasado los que presentan mayor contenido de cenizas

#### 4.2.6. Fibra bruta y carbohidratos

En la Figura 10 se muestra el comportamiento del contenido de fibra bruta de los panes en función al porcentaje de adición de mesocarpio de cacao.



**Figura 10.** Variación del contenido de fibra bruta según porcentaje de adición de mesocarpio de cacao.

Se observa un incremento en el contenido de fibra bruta de los panes conforme se incrementa la adición de mesocarpio de cacao, esto debido a que el mesocarpio de cacao está aportando fibra a los panes.

Según las prueba estadística mostrado en el Cuadro 52 del Anexo 13, el valor de probabilidad es 0,00 ( $P_v < 0,05$ ); por tanto, la adición de mesocarpio de cacao durante el amasado afecta influye en el contenido de fibra bruta de los panes. En el Cuadro 10 se muestra la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey.

**Cuadro 12.** Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey para el contenido de fibra bruta en los panes.

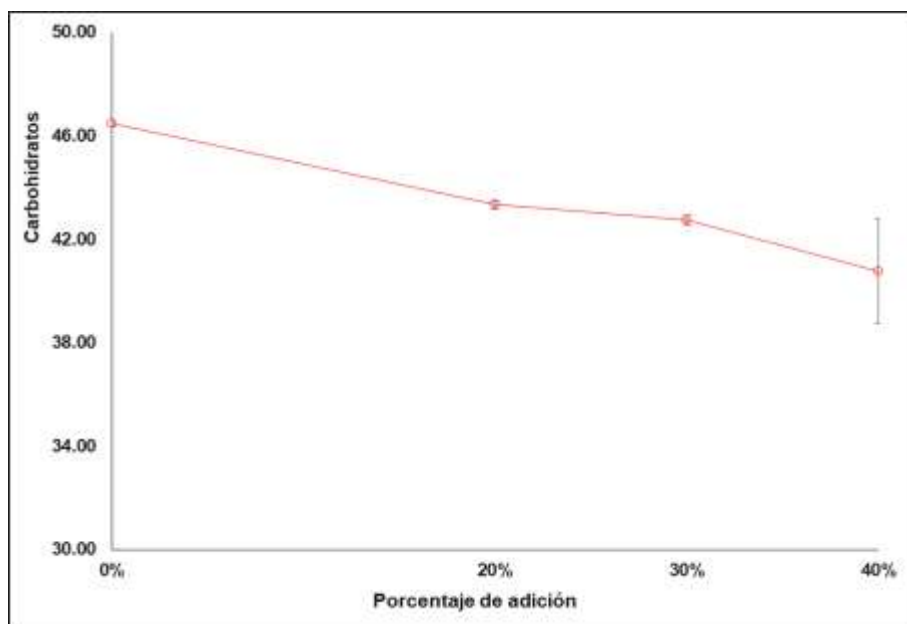
<b>% de adición de mesocarpio</b>	<b>Casos</b>	<b>Media <sup>1</sup></b>
Panes con adición de 0%	3	3.71 ± 0.12 <sup>a</sup>
Panes con adición de 20%	3	4.32 ± 0.16 <sup>b</sup>
Panes con adición de 30%	3	4.92 ± 0.07 <sup>c</sup>
Panes con adición de 40%	3	6.02 ± 0.26 <sup>d</sup>

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media ± SD, para n = 3.  
Letras diferentes indican diferencia significativa.

Los resultados muestran que a medida que se incrementa el porcentaje de adición de masa mesocarpio de cacao el contenido de fibra bruta e incrementa. Por lo que el pan elaborado mediante la adición del 40% de masa de mesocarpio de cacao durante el amasado es un pan que aporta fibra. Sin embargo, la fibra bruta constituye solo una pequeña parte de la fibra dietética, porque durante la determinación (reacción ácido-base), se produce pérdidas de hemicelulosa y lignina, luego los resultados no reflejan verdaderamente la fibra total en los alimentos, pero son un indicador aproximado (Yang *et al.* 2017).

El contenido de fibra para los panes elaborados mediante la adición de 40% de mesocarpio de cacao durante el amasado es mayor a lo reportado como fibra dietaria para el pan de molde (2.4 g/100 g), pan de maíz (4.1 – 5.5 g/100 g); sin embargo, es menor comparado con la quinua (12.2 – 14.3 g/100 g) (Reyes *et al.* 2017). Por lo general, los valores de fibra dietética son tres a cinco veces mayores que los valores de fibra cruda; sin embargo, no puede aplicarse un factor de corrección debido a que la relación entre fibra cruda y fibra dietética varía dependiendo de los componentes químicos (Zuleta 2015). Luego, los panes con adición de mesocarpio de cacao, constituyen una alternativa saludable.

En la Figura 11 se muestra la variación del contenido de carbohidratos de los panes conforme se incrementa el porcentaje de adición de mesocarpio de cacao.



**Figura 11.** Variación del contenido de carbohidratos del pan según porcentaje de adición de mesocarpio de cacao.

Observamos una disminución en el contenido de carbohidratos de los panes elaborados mediante la adición de mesocarpio de cacao durante el amasado, a mayor porcentaje de adición de mesocarpio es menor el contenido de carbohidratos en los panes.

Según las prueba estadística mostrado en el Cuadro 55 del Anexo 14, el valor de probabilidad es 0,0254 ( $P_v < 0,05$ ), luego, la adición de mesocarpio de cacao durante el amasado influye en el contenido de carbohidratos de los panes. En el Cuadro 15 se muestra la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey.

**Cuadro 13.** Prueba de comparación múltiple de medias de Tukey para el contenido de carbohidratos en los panes.

% de adición de mesocarpio	Casos	Media <sup>1</sup>
Panes con adición de 40%	3	40.76 ± 3.50 <sup>a</sup>
Panes con adición de 30%	3	42.75 ± 0.32 <sup>a, b</sup>
Panes con adición de 20%	3	43.35 ± 0.28 <sup>a, b</sup>
Panes con adición de 0%	3	46.47 ± 0.14 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> Los valores corresponden a la media ± SD, para n = 3. Letras diferentes indican diferencia significativa.

Se observa que los panes que contienen mayor contenido de carbohidratos son aquellos elaborados con pura harina de trigo; mientras que los panes elaborados con la adición de 40% de mesocarpio de cacao son los que contienen la menor cantidad de carbohidratos (40.76%). Este valor es menor a lo reportado (53,70%) para los panes elaborados mediante sustitución parcial de harina de trigo por harina de kiwicha (Pascual y Zapata 2010); pan de molde (66.80%), pan francés (60.50%); pan de maíz (52.60%) (Reyes *et al.* 2017). La diferencia es debida a la mayor cantidad de adición de mesocarpio de cacao en los panes elaborados en la investigación.

### 4.3. Evaluación de las características sensoriales de los panes elaborados mediante la adición del mesocarpio de cacao

#### 4.3.1. Evaluación del atributo color

El procesamiento de los datos del Cuadro 22 del Anexo 2 permitió obtener la prueba de Friedman para el atributo color de los panes elaborados mediante la adición de mesocarpio de cacao durante el amasado.

**Cuadro 14.** Prueba no paramétrica de Friedman para el atributo color.

<b>Tratamiento</b>	<b>Muestra</b>	<b>Tamaño de Muestra</b>	<b>Rango Promedio</b>
Adición 0%	766	34	2.54
Adición 20%	742	34	2.32
Adición 30%	769	34	2.53
Adición 40%	502	34	2.60
Estadístico = 1.86		Pv = 0.60	

Se observa que no existe diferencia significativa ( $P_v > 0.05$ ) entre los tratamientos considerados en el estudio respecto al atributo color. Los panelistas no pudieron detectar diferencias significativas en el color de los panes para las diferentes muestras. A todos los panes se agregó con un pincel una cutícula de yema de huevo para el color superficial; por otro lado, la masa extraída del mesocarpio de cacao era del mismo color de la masa de la mezcla, por ello no hubo variación en el color de los panes.

#### 4.3.2. Evaluación del atributo olor

El procesamiento de los datos del Cuadro 24 del Anexo 3 permitió obtener la prueba de Friedman para el atributo olor de los panes elaborados mediante la adición de mesocarpio de cacao durante el amasado.

**Cuadro 15.** Prueba no paramétrica de Friedman para el atributo olor.

<b>Tratamiento</b>	<b>Muestra</b>	<b>Tamaño de Muestra</b>	<b>Rango Promedio</b>
Adición 0%	766	35	2.63
Adición 20%	742	35	2.40
Adición 30%	769	35	2.40
Adición 40%	502	35	2.57
Estadístico = 1.66		Pv = 0.65	

Observamos que no existe diferencia significativa ( $Pv > 0.05$ ) entre los tratamientos considerados en el estudio respecto al atributo olor. Es decir, los panelistas no pudieron detectar diferencias significativas en el olor de los panes para las diferentes muestras. La masa extraída del mesocarpio de cacao era del mismo color de la masa de la mezcla; además, no presentó ningún olor extraño, ni a cacao, por ello se debe a que los panelistas no detectaron diferencia en el olor de los panes.

#### 4.3.3. Evaluación del atributo sabor

El procesamiento de los datos del Cuadro 26 del Anexo 4 permitió obtener la prueba de Friedman para el atributo sabor de los panes elaborados mediante la adición de mesocarpio de cacao durante el amasado.

**Cuadro 16.** Prueba no paramétrica de Friedman para el atributo sabor.

<b>Tratamiento</b>	<b>Muestra</b>	<b>Tamaño de Muestra</b>	<b>Rango Promedio</b>
Adición 0%	766	36	2.35
Adición 20%	742	36	2.56
Adición 30%	769	36	2.74
Adición 40%	502	36	2.36
Estadístico = 3.83		Pv = 0.28	

Podemos observar que no existe diferencia significativa ( $Pv > 0.05$ ) entre los tratamientos considerados en el estudio respecto al atributo sabor. Es decir, los panelistas no pudieron detectar diferencias significativas en el sabor de los panes para las diferentes muestras. Al degustar la masa extraída del mesocarpio de cacao, este no presentaba sabor a cacao, era neutro. Por ello, cuando se adicionó durante el amasado no logró variar el sabor de los panes.

La característica singular del color, olor y sabor de la masa extraída del mesocarpio de cacao, hace que sea posible su aplicación como componente en la elaboración de muchos productos, porque no afecta los atributos sensoriales del producto final. De ahí que existen muchas aplicaciones culinarias (Meier 2011).

#### 4.3.4. Evaluación del atributo textura

El procesamiento de los datos del Cuadro 28 del Anexo 5 permitió obtener la prueba de Friedman para el atributo textura de los panes elaborados mediante la adición de mesocarpio de cacao durante el amasado.

**Cuadro 17.** Prueba no paramétrica de Friedman para el atributo textura.

<b>Tratamiento</b>	<b>Muestra</b>	<b>Tamaño de Muestra</b>	<b>Rango Promedio</b>
Adición 0%	766	37	2.54
Adición 20%	742	37	2.45
Adición 30%	769	37	2.51
Adición 40%	502	37	2.51
Estadístico = 0.22		Pv = 0.97	

Observamos que no existe diferencia significativa ( $P_v > 0.05$ ) entre los tratamientos considerados en el estudio respecto al atributo textura. Esto demuestra que los panelistas no pudieron detectar diferencias significativas en la textura de los panes para las diferentes muestras.

#### 4.3.5. Evaluación del atributo apariencia general

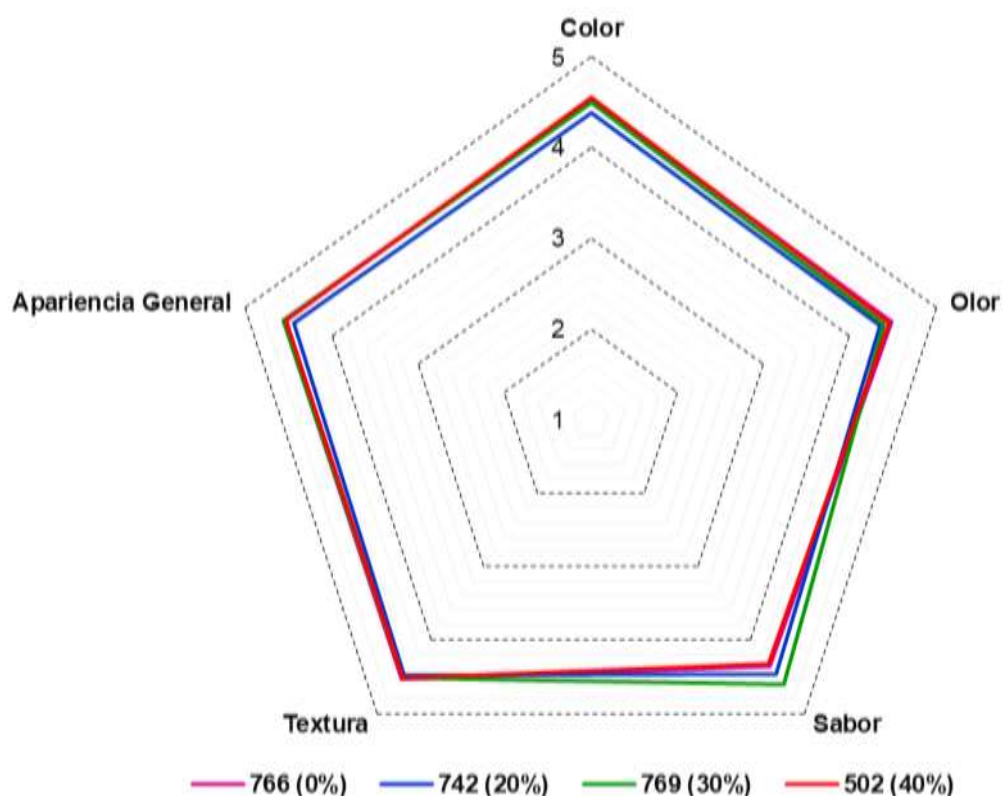
El procesamiento de los datos del Cuadro 30 del Anexo 6 permitió obtener la prueba de Friedman para el atributo apariencia general de los panes elaborados mediante la adición de mesocarpio de cacao durante el amasado.

**Cuadro 18.** Prueba no paramétrica de Friedman para el atributo apariencia general.

<b>Tratamiento</b>	<b>Muestra</b>	<b>Tamaño de Muestra</b>	<b>Rango Promedio</b>
Adición 0%	766	36	2.54
Adición 20%	742	36	2.33
Adición 30%	769	36	2.56
Adición 40%	502	36	2.57
Estadístico = 1.87		Pv = 0.60	

Podemos observar que no existe diferencia significativa ( $P_v > 0.05$ ) entre los tratamientos considerados en el estudio respecto al atributo apariencia general. Es decir, los panelistas no pudieron detectar diferencias significativas en la apariencia general de los panes para las diferentes muestras.

En la Figura 12 se muestra el perfil sensorial de los panes elaborados mediante la adición de mesocarpio de cacao durante el amasado.



**Figura 12.** Perfil sensorial de los panes según porcentaje de adición de mesocarpio de cacao.

Podemos observar que el puntaje promedio alcanzado por todas las muestras de pan elaborado mediante la adición de mesocarpio de cacao durante el amasado está por encima de ME GUSTA POCO = 4 y debajo de ME GUSTA MUCHO = 5. No presentando diferencias con los panes elaborados solamente con harina de trigo. Esto demuestra la potencialidad del mesocarpio de cacao de ser usado en la elaboración de productos de panificación, como contribución a lo que se viene desarrollando en la elaboración ciertos tipos de comidas (Meier 2011).

#### 4.4. Formulación de los panes con mejores características fisicoquímicas y sensoriales

En el Cuadro 21 se reporta la posible formulación de los panes elaborados mediante la adición de mesocarpio de cacao durante el amasado. Es necesario señalar que se

adicionó el mesocarpio de cacao en forma de masa, la que fue extraída luego del proceso de tratamiento térmico de la cáscara de cacao, lo que permite que el proceso sea sencillo porque no necesita de un tratamiento adicional, sino solo agregar durante el proceso de amasado.

**Cuadro 19.** Formulación del pan con mejor característica fisicoquímica y sensorial.

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje <sup>1</sup></b>
Mesocarpio de cacao	40.00%
Harina de trigo	100.00%
Sal	2.00%
Azúcar	2.50%
Levadura	2.00%
Mejorador	1.00%
Antimoho	0.30%
Emulsificante	1.00%
Manteca	8.00%
Agua	50.00%

<sup>1</sup> Para el cálculo de los porcentajes se considera como base la harina de trigo.

Para la adición de la masa de mesocarpio de cacao y de los demás insumos, se debe tomar como base los kilogramos de harina de trigo utilizado en la formulación del pan.

## V. CONCLUSIONES

- Las características fisicoquímicas del mesocarpio de cacao demostraron que se trata de un producto de baja acidez (0.565%), alta humedad (77.70%), bajo contenido de aceites y grasas (0.53%); sin embargo, es de interés el contenido de fibra bruta (2.11%), debido al carácter funcional de este componente.
- La adición del mesocarpio de cacao durante el amasado en el proceso de elaboración de pan influye en algunas características fisicoquímicas de los panes: humedad, aceites y grasas, cenizas; el contenido de fibra bruta es el que se vio más afectado, esto debido al aporte en fibra que hace el mesocarpio de cacao.
- La adición de la masa de mesocarpio de cacao durante el amasado en el proceso de elaboración de pan no afectó las características sensoriales del pan, lo que demuestra que el mesocarpio de cacao tiene un potencial para su uso en la elaboración de productos panarios, más aun considerando que la cáscara de cacao es un desecho agroindustrial.
- Los panes elaborados mediante la adición de mesocarpio de cacao durante el amasado, al no presentar diferencias en las características sensoriales, es posible la adición hasta un 40% (teniendo en base la harina de trigo); por tanto, se consideró la formulación que presentaba mayor cantidad de fibra bruta, en este caso los panes elaborados con la adición de 40% de mesocarpio de cacao. El alto porcentaje de adición de masa de mesocarpio de cacao abre la oportunidad para la formulación de productos innovadores de consumo humano.

## VI. RECOMENDACIONES

- Profundizar más la investigación sobre las características del mesocarpio de cacao en lo referente a fibra dietética (soluble e insoluble), ello impulsará aún más el uso del mesocarpio de cacao como un producto funcional.
- Desarrollar productos panarios y pastas usando la masa del mesocarpio de cacao durante el amasado, porque es una materia prima que contiene fibra (pectina), que es muy bueno para la salud, además, porque es un insumo que se desperdicia durante la etapa del beneficio de cacao. Su aprovechamiento permitirá incrementar la cadena de valor del cacao.
- Plantear estudios sobre el uso de uso de la masa del mesocarpio de cacao en la elaboración de panes con harinas sucedáneas (yuca, plátano) destinado a personas celíacas. Porque el mesocarpio de cacao contiene fibra soluble (pectina), el cual permitirá en cierta medida aumentar el volumen de la masa.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Antay, GRW. 2021. Sustitución parcial de la harina de trigo con harina de frijol palo (*Cajanus cajan* L.) germinado, en la elaboración de pan de molde. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía.
- Andrango, GMA. 2013. Elaboración de una barra energética aprovechando el endocarpio de la cáscara de cacao como una materia prima, en la UTE Campus Santo Domingo. Informe presentado para optar el título de Ingeniera Agroindustrial. Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Tecnológica Equinoccial Extensión Santo Domingo. Consultado julio 20 de 2022. Disponible en <https://1library.co/document/zp0wd14q-elaboracion-energetica-aprovechando-endocarpio-cascara-campus-domingo.html>
- Aquipucho, MKM; Quispe, GME. 2019. Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de cáscara de huevo en la elaboración de pan para aumentar el contenido de calcio en el organismo, Arequipa 2019. Tesis presentada para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Facultad de Ingeniería de Procesos. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Consultado setiembre 20 de 2022. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9666>
- Ardila, SC. 2011. Aprovechamiento de la cáscara de la mazorca de cacao como adsorbente. Trabajo presentado para optar el título de Ingeniero Químico. Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas, Universidad Industrial de Santander. Consultado julio 22 de 2022. Disponible en <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2011/137849.pdf>
- Ayón, WJA. 2017. Implementación de punto caliente para expendio de panadería en formato *Cash and Carry*. Trabajo presentado para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina. Consultado junio de 2022. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2906/E21-A96-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Baroni, MV; Calandri, E; Di Paola, NR; Martínez, M; Moriraghi, M. 2017. Análisis físico-químico y sensorial de los alimentos. Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos 2016, Córdoba – Argentina. Consultado nov. 05 de 2022. Disponible en <https://cicytac.cba.gov.ar/wp-content/uploads/2018/03/AnalisisFisico-QuimicosSensoriales.pdf>

- Basic Farm (Laboratorio Veterinario Basic Farm.) 2021. Qué son los análisis microbiológicos y qué tipos existen. Consultado nov. 02 de 2022. Disponible en <https://basicfarm.com/blog/definicion-tipos-analisis-microbiologicos/>
- BCRP (Banco Central de Reserva del Perú). 2021. Información Regional. Informe de coyuntura y estadísticas. Consultado julio 25 de 2022. Disponible en <https://www.bcrp.gob.pe/estadisticas/informacion-regional/iquitos/ucayali.html>
- Calderon, UKM. 2017. Obtención y caracterización de pectina a partir de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) variedad CCN - 51 procedente del distrito de Pajarillo - provincia de Mariscal Cáceres. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Facultad de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Nacional de San Martín. Consultado julio 22 de 2022. Disponible en <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3132/FIAI%20-%20Kally%20Mariza%20Calderon%20Upiachihua.pdf>
- Callejo, GM. 2016. Atributos sensoriales del pan, la importancia de la cata. (En línea). Consultado agosto 03 de 2022. Disponible en <https://elpanaderoerrante.wordpress.com/2016/01/29/atributos-sensoriales-del-pan-la-importancia-de-la-cata/>
- Castillo, E; Álvarez, C; Contreras, Y. 2018. Caracterización fisicoquímica de la cáscara del fruto de un clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) cosechados en Caucagua estado Miranda. Venezuela. *Revista de Investigación*, 42(95): 154 – 167.
- Cárdenas, ARM; Miranda, JRP. 2016. Proyecto de factibilidad para la elaboración de alimento balanceado para el ganado bovino mediante el aprovechamiento de la mazorca de cacao para mejorar los ingresos de las familias cacaoteras en el recinto Lechugal parroquia Zapotal del Cantón Ventanas de la provincia de los Ríos. Informe de investigación para otra el título de Economista. Facultad de Ciencias Sociales y Derecho, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. Consultado julio 22 de 2022. Disponible en <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/440/175/1/T-ULVR-1572.pdf>
- Catania, C; Avagnina, S. 2007. El análisis sensorial. Curso Superior de Degustación de Vinos. Estación Experimental Mendoza. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Consultado oct. 26 de 2022. Disponible en <https://inta.gob.ar/documentos/curso-de-degustacion-de-vinos>
- Cazar, VM. 2016. Análisis físico-químico para la determinación de la calidad de las frutas. Monografía presentada para la obtención del título de Licenciado en Ciencias Químicas.

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Consultado oct. 30 de 2022. [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11453/An%  
c3%a1lisis%20f%  
c3%adsico-qu%  
c3%admico%20determinaci%  
c3%%20%  
20frutas.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11453/An%c3%a1lisis%20f%c3%adsico-qu%c3%admico%20determinaci%c3%%20%20frutas.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Charry, A; Romero, M; Ivanova, Y; Tristán, MC; Vélez, AF; Lema, S; Sánchez, CJ; Orjuela, F; Jäger, M. 2020. Estrategia integral para el fortalecimiento del plan de competitividad de la cadena de cacao y chocolate en Ucayali 2020–2030. Publicación CIAT No. 496. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 106 p.

Dagnino, SJ. 2014. Bioestadística y Epidemiología: Comparaciones múltiples. Bioestadística y Epidemiología, *Rev Cil Anest* 2014(43): 311 – 312.

David Barine, K.-K. 2015. Physico-Chemical and Sensory Properties of Bread Prepared from Wheat and Unripe Plantain Composite Flours Fortified with Bambara Groundnut Protein Concentrate. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 4(5): 594 – 599.

Delgado-Ospina, J; Lucas-González, R; Viuda-Martos, M; Fernández-López, J; Pérez-Álvarez, JÁ; Martuscelli, M; Chaves-López, C. 2021. Bioactive compounds and techno-functional properties of high-fiber co-products of the cacao agro-industrial chain. *Heliyon*, 7(4): e06799.

DocerArgentina. 2021. Clasificación de los alimentos según su pH. Consultado nov. 30 de 2022. Disponible en <https://docer.com.ar/doc/xn5n5sc>

Gonzalez, RAT. 2019. Elaboración de pan especial con adición de pasta de cacao, con característica de un alimento funcional- Pucallpa. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Ucayali. Consultado julio 28 de 2022. Disponible en <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4278>

Hennessey-Ramos, L; Murillo-Arango, W; Vasco-Correa, J; Paz Astudillo, IC. 2021. Enzymatic Extraction and Characterization of Pectin from Cocoa Pod Husks (*Theobroma cacao* L.) Using Celluclast® 1.5 L. *Molecules*, 26(5): 1473.

Heredia, BSD. 2015. Estudio del efecto de las condiciones de los tratamientos químicos en el proceso de obtención de andamios porosos para aplicaciones biomédicas. Tesis para optar el Título de Ingeniero Químico. Facultad de Ciencias Naturales y matemáticas,

Escuela Superior Politécnica del Litoral. Consultado julio 18 de 2022. Disponible en <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/98487/D-CD102095.pdf>

Hernández, SR; Fernández, CC; Baptista, LM. 2014. Metodología de la Investigación. 6 ed. Mc Graw Hill.

Kuehl, R. 2001. Diseño de experimentos. 2da. Ed. Thomson Editores S.A. de C.V. México. 666 p.

Marsiglia, DE; Ojeda, KA; Ramírez, MC, Sánchez, E. 2016. Pectin extraction from cocoa pod husk (*Theobroma cacao* L.) by hydrolysis with citric and acetic acid. *International Journal of ChemTech Research*, 9(07): 497 – 507.

Matos-Chamorro, A; Muñoz-Alegre, KI. 2010. Elaboración de pan con sustitución parcial de harina pre cocida de ñuña (*Phaseoleus vulgaris* L.) y tarwi (*Lupinus mutabilis*). *Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(1): 31 – 35.

Meier, MQ. 2011. Las propiedades alimenticias y medicinales en cáscara del cacao. El Comercio. Consultado abril 25 de 2022. Disponible en <https://archivo.elcomercio.pe/gastronomia/peruana/propiedades-alimenticias-medicinales-cascara-cacao-noticia-1346865>

MINSA (Ministerio de Salud). 2011. Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería - RM N° 1020-2010/MINSA. 51 p.

Mitiku, DH; Abera, S; Bussa, N. 2018. Evaluation of physicochemical properties and sensory attributes of leavened bread produced from composite flours of wheat (*Triticum aestivum* L.) and sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *Science, Technology and Arts Research Journal*, 5(1), 95 – 101.

Mohammed, I; Ahmed, AR; Senge, B. 2012. Dough rheology and bread quality of wheat–chickpea flour blends. *Industrial Crops and Products*, 36(1): 196–202.

Murillo, BSM. 2018. Características fisicoquímicas, sensoriales y compuestos bioactivos de galletas dulces elaboradas con harina de cáscara del fruto de cacao (*Theobroma cacao* L.). Trabajo presentado para optar el grado de doctora en Ciencia de los Alimentos. Universidad Nacional Federico Villarreal. Consultado julio 15 de 2022. Disponible en

<http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2345/MURILLO%20BACA%20SILVIA%20MARIA.pdf>

Murillo-Baca, SM; Ponce-Rosas, FC; Huamán-Murillo, MJ. 2018. Características fisicoquímicas, compuestos bioactivos y contenido de minerales en la harina de cáscara del fruto de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Manglar*, 17(1): 67 – 73.

Nguyen, VT; Nguyen, NH. 2017. Proximate Composition, Extraction, and Purification of Theobromine from Cacao Pod Husk (*Theobroma cacao* L.). *Technologies*, 5(2): 14.

Nizama, YKM. 2015. Obtención y caracterización de pectina a partir de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial e Industrias Alimentarias. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Piura. Consultado agosto 02 de 2022. Disponible en <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/382/AGR-NIZ-YAM-15.pdf>

Ortiz-Valbuena, K; Álvarez-León, R. 2015. Efecto del vertimiento de subproductos del beneficio de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre algunas propiedades químicas y biológicas en los suelos de una finca cacaotera, Municipio de Yaguará (Huila, COLOMBIA). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 19 (1): 65-84.

PDG (Perfect Daily Grind). 2018. El fruto del chocolate: Viendo de cerca una vaina de chocolate. Consultado julio 30 de 2022. Disponible en <https://perfectdailygrind.com/es/2018/03/30/el-fruto-del-chocolate-viendo-de-cerca-una-vaina-de-cacao/>

Reglero, RG. 2011. Curso de análisis sensorial de alimentos. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación (CIAL). Universidad Autónoma de Madrid. Consultado oct. 30 de 2022. Disponible en [https://www.google.com.pe/search?q=CURSO+DE+AN%C3%81LISIS+SENSORIAL+DE+ALIMENTOS&rlz=CURSO+DE+SENSORIAL+DE+ALIMENTOS&aq\\_s=chrome..69i57j0l5.1735j0j7&sourceid=chrome&ie=U](https://www.google.com.pe/search?q=CURSO+DE+AN%C3%81LISIS+SENSORIAL+DE+ALIMENTOS&rlz=CURSO+DE+SENSORIAL+DE+ALIMENTOS&aq_s=chrome..69i57j0l5.1735j0j7&sourceid=chrome&ie=U)

Reyes, GM; Gómez-Sánchez, PI; Espinoza, BC. 2017. Tablas peruanas de composición de alimentos. 10ma edición. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud.

Rivadeneira, AMA; Zuloaga, MKG. 2019. Elaboración del pan con sustitución parcial de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) y fortificado con hierro hemínico. Tesis para optar el grado académico de Maestro en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Ingeniería Química. Escuela de Posgrado. Universidad Nacional del Callao. Consultado

abril 10 de 2022. Disponible en [http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/3582/Rivadeneira%20y%20Zuloaga\\_TESIS\\_POSGRADO\\_2019.pdf](http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/3582/Rivadeneira%20y%20Zuloaga_TESIS_POSGRADO_2019.pdf)

Ríos-Pérez, F; Soto-Simental, S; Quintero-Lira, A; Piloni-Martini, J; Güemes-Vera, N; Harina de cáscara de vaina de cacao: Una opción para el aprovechamiento de residuos agroindustriales. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, 6(11): 5 - 7.

Rubens, E. 2015. Más 5 siglos cultivo cacao, se descubre cáscara se come. Hoy Digital Noticias. Consultado abril 28 de 2022. Disponible en <https://hoy.com.do/mas-5-siglos-cultivo-cacao-se-descubre-cascara-se-come/>

Rojas, GLM. 2019. Aprovechamiento de la cáscara de cacao para la elaboración de un biocomposito con aplicación en la construcción sostenible. Trabajo presentado para optar el título de Ingeniera ambiental. Facultad de Ingeniería, Universidad El Bosque. Consultado mayo 15 de 2022. Disponible en [https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/2817/Rojas\\_Gonz%C3%A1lez\\_Lina\\_Manuela\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/2817/Rojas_Gonz%C3%A1lez_Lina_Manuela_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Salazar, MJA. 2016. Rendimiento de biomasa y valoración nutrimental de residuos pos cosecha de cacao (*Theobroma cacao* L). Trabajo presentado para obtener el grado de: Ingeniero Agropecuario. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato. Consultado julio 10 de 2022. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23699/1/tesis%20001%20Ingenier%C3%ADa%20Agropecuaria%20-%20Alberto%20Salazar-%20cd%20001.pdf>

Sancho, RM. 2013. Evaluación de la calidad tecnológica, nutricional y sensorial de productos de panadería por sustitución de harina de trigo por harinas integrales de centeno, arroz o quínoa. Tesis para optar el grado de master en Gestión de Calidad y Seguridad Alimentaria. Universidad Politécnica de Valencia. Consultado julio 24 de 2022. Disponible en <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/33279/Tesis%20fin%20de%20Master%20-%20Marta%20Sancho.pdf>

Sanz-Penella, JM; Wronkowska, M; Soral-Smietana, M; Haros, M. 2013. Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. *LWT - Food Science and Technology*, 50(2): 679 – 685.

SEDCA (Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación). 2019. Fibra dietética. Consultado agosto 06. Disponible en <https://nutricion.org/portfolio-item/fibra-dietetica/>

- Severiano, PP; Gómez, ADM; Méndez, GCI; Pedrero, FDL; Gómez, CC; Ríos, DST; Escamilla, LA; Utrera, AM. 2014. Manual de evaluación sensorial. Departamento de Alimentos y Biotecnología, Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México. Consultado oct. 20 de 2022. Disponible en [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/MANUAL\\_31114.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/MANUAL_31114.pdf)
- Sharma, SK; Mulvaney, SJ; Rizvi, SH. 2003. Ingeniería de Alimentos: Operaciones unitarias y prácticas de laboratorio. Editorial Limusa Wiley. México. 348 p.
- Tonato, CKD. 2017. Evaluación del uso de mesocarpio de cacao (*Theobroma cacao* L.) como agente espesante en la elaboración de mermelada de mango. Tesis para optar el Título de Ingeniera en Agroindustria Alimentaria. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Consultado ago. 05 de 2022. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6074/1/AGI-2017-052.pdf>
- Trujillo, MVL. 2017. Uso de la cáscara de la mazorca de cacao como alternativa de sustrato para la germinación de semillas de hortalizas. Trabajo presentado para obtener el título de Ingeniero Agropecuario. Universidad de las Fuerzas armadas. Consultado julio 15 de 2022. Disponible en <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/14520>
- Turfani, V; Narducci, V; Durazzo, A; Galli, V; Carcea, M. 2017. Technological, nutritional and functional properties of wheat bread enriched with lentil or carob flours. *LWT*, 78, 361–366.
- EcuRed. 2021. Proceso en la fabricación del pan. Consultado julio 18 de 2021. Disponible en [https://www.ecured.cu/Proceso\\_en\\_la\\_fabricaci%C3%B3n\\_del\\_Pan](https://www.ecured.cu/Proceso_en_la_fabricaci%C3%B3n_del_Pan)
- Vega, O; De Marco, R; Di Risio, C. 2015. Propiedades físicas y sensoriales de un pan fresco, con la adición de las enzimas lacasa, xilanasa y lipasa. *Revista EIA*, 12(249): 87 – 100.
- Vriesmann, LC; Petkowicz, CLO. 2013. Highly acetylated pectin from cacao pod husks (*Theobroma cacao* L.) forms gel. *Food Hydrocolloids*, 33(1): 58–65.
- Yang, Y; Ma, S; Wang, X; Zheng, X. 2017. Modification and Application of Dietary Fiber. *Foods. Journal of Chemistry*, 2017, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2017/9340427>
- Yabe, T. 2018. New understanding of pectin as a bioactive dietary fiber. *Journal of Food Bioactives*, (3): 95–100.

Zuleta, A. 2015. Estudio crítico de los métodos oficiales aplicados a la determinación de las principales fracciones de fibra alimentaria. XVII Congreso Latinoamericano de Nutrición. Nutrición para el Desarrollo Sostenible. 8 – 12 noviembre 2015. Punta Cana, República Dominicana. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 65 (Suplemento N° 1): 76.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1. Ficha de análisis sensorial del pan

Nombre y Apellidos: ..... Hora: ..... Fecha: ...../...../.....

A continuación tiene usted cuatro (04) muestras de pan. Pruebe usted cada muestra y evalúe cada atributo, colocando una "X" en el recuadro que corresponda según su apreciación.

Escala	Color				Olor				Sabor				Textura				Apariencia general			
	766	742	769	502	766	742	769	502	766	742	769	502	766	742	769	502	766	742	769	502
Me gusta mucho																				
Me gusta poco																				
Ni me gusta ni me disgusta																				
Me disgusta poco																				
Me disgusta mucho																				

Observaciones:
Muchas gracias.

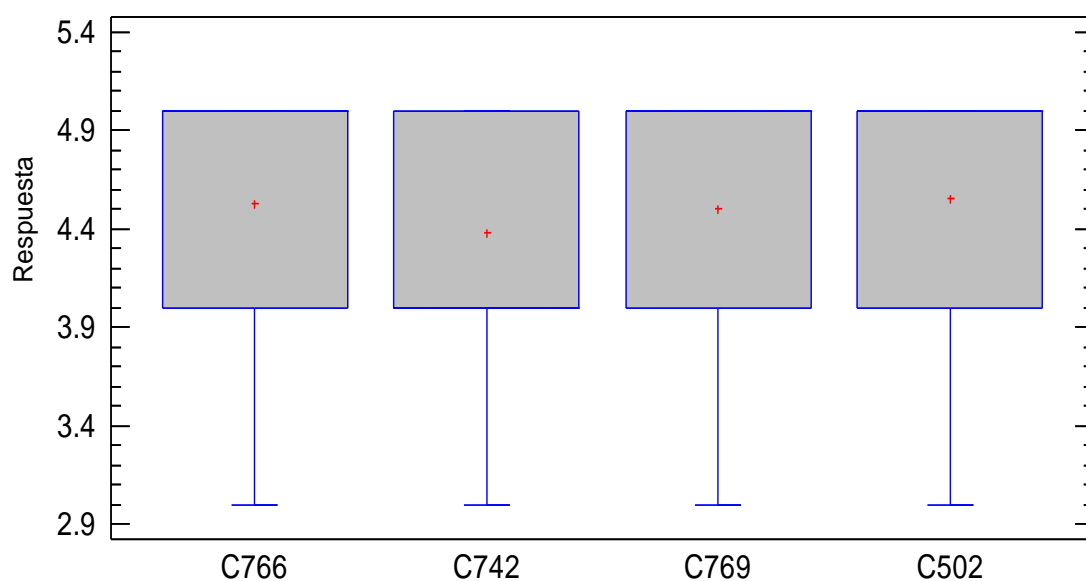
## Anexo 2. Resultados para el atributo COLOR del pan

**Cuadro 22.** Evaluación del atributo color para las muestras de pan.

Panelista	Muestras			
	766	742	769	502
1	3	4	3	3
2	5	5	4	5
3	5	4	4	3
4	5	3	5	4
5	5	5	5	5
6	5	4	5	5
7	5	5	5	5
8	3	4	4	4
9	4	4	4	5
10	5	4	5	5
11	5	5	5	4
12	5	5	5	5
13	5	5	5	4
14	4	4	5	4
15	5	5	5	5
16	4	4	5	5
17	5	4	5	5
18	5	5	5	5
19	4	3	3	5
20	5	5	4	4
21	4	4	4	5
22	4	4	4	5
23	4	4	4	4
24	4	5	5	5
25	5	5	5	5
26	4	5	4	5
27	5	4	5	5
28	4	4	4	4
29	4	4	3	5
30	5	5	5	5
31	5	5	5	5
32	5	4	4	4
33	4	5	5	4
34	5	4	5	4
<b>SUMA</b>	<b>154.00</b>	<b>149.00</b>	<b>153.00</b>	<b>155.00</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>4.53</b>	<b>4.38</b>	<b>4.50</b>	<b>4.56</b>
<b>DESVIACION</b>	<b>0.61</b>	<b>0.60</b>	<b>0.66</b>	<b>0.61</b>

**Cuadro 23.** Resumen estadístico para el atributo COLOR de los panes.

<b>Muestra</b>	<b>Recuento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Error Estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
766	34	4.53	0.38	0.61	0.11	3.0	5.0
742	34	4.38	0.36	0.60	0.10	3.0	5.0
769	34	4.50	0.44	0.66	0.11	3.0	5.0
502	34	4.56	0.38	0.61	0.11	3.0	5.0
Total	136	4.49	0.38	0.62	0.05	3.0	5.0



**Figura 11.** Gráfico de caja y bigotes para el atributo color de los panes.

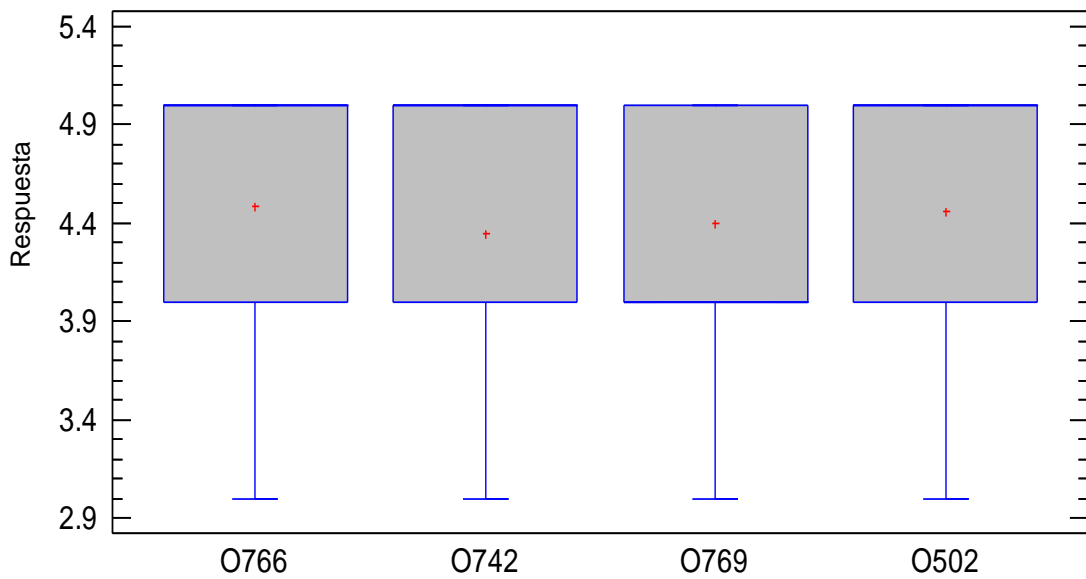
### Anexo 3. Resultados para el atributo OLOR del pan

**Cuadro 24.** Evaluación del atributo olor de las muestras de pan.

Panelista	Muestras			
	766	742	769	502
1	3	3	3	3
2	5	4	4	5
3	5	4	4	3
4	5	5	5	4
5	5	4	4	4
6	4	5	5	4
7	5	4	4	4
8	4	4	3	5
9	3	3	5	4
10	5	5	5	5
11	4	5	5	5
12	5	4	4	4
13	5	5	5	4
14	4	5	4	4
15	4	4	5	4
16	5	5	5	5
17	5	5	5	5
18	5	5	5	5
19	5	3	4	5
20	5	5	4	5
21	4	4	5	5
22	4	4	4	5
23	4	4	5	5
24	5	5	5	5
25	4	3	3	4
26	3	3	5	3
27	4	5	4	5
28	4	5	4	5
29	5	5	5	5
30	4	3	4	3
31	5	5	4	4
32	5	5	5	5
33	5	4	4	5
34	5	5	5	5
35	5	5	4	5
<b>SUMA</b>	<b>157.00</b>	<b>152.00</b>	<b>154.00</b>	<b>156.00</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>4.49</b>	<b>4.34</b>	<b>4.40</b>	<b>4.46</b>
<b>DESVIACION</b>	<b>0.66</b>	<b>0.76</b>	<b>0.65</b>	<b>0.70</b>

**Cuadro 25.** Resumen estadístico para el atributo OLOR de los panes.

<b>Muestra</b>	<b>Recuento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Error Estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
766	35	4.49	0.43	0.66	0.11	3.0	5.0
742	35	4.34	0.58	0.76	0.13	3.0	5.0
769	35	4.40	0.42	0.65	0.11	3.0	5.0
502	35	4.46	0.49	0.70	0.12	3.0	5.0
Total	140	4.42	0.48	0.69	0.06	3.0	5.0



**Figura 12.** Gráfico de caja y bigotes para el atributo color de los panes.

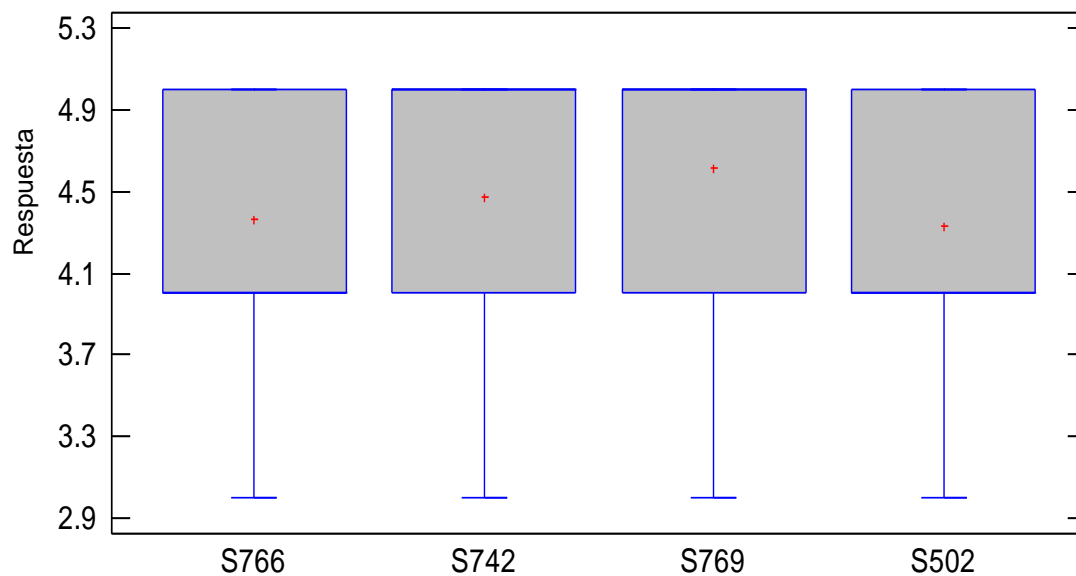
#### Anexo 4. Resultados para el atributo SABOR del pan.

**Cuadro 26.** Evaluación del atributo sabor de las muestras de pan.

Panelista	Sabor			
	766	742	769	502
1	3	4	4	3
2	5	5	5	4
3	5	4	4	3
4	5	3	5	4
5	5	5	5	3
6	4	5	5	5
7	4	5	5	5
8	3	5	5	4
9	4	3	3	5
10	3	3	5	4
11	5	5	5	5
12	5	5	4	5
13	5	4	5	4
14	5	5	5	5
15	4	4	5	4
16	4	5	5	4
17	5	5	5	5
18	5	4	4	5
19	5	5	5	5
20	4	4	4	5
21	5	5	5	4
22	4	4	5	5
23	4	4	5	4
24	4	4	4	4
25	4	5	5	5
26	4	3	3	4
27	3	5	5	3
28	4	5	4	4
29	4	5	5	4
30	4	5	4	5
31	5	4	5	3
32	4	5	4	5
33	5	5	5	5
34	5	4	4	4
35	5	5	5	5
36	5	5	5	5
<b>SUMA</b>	<b>157.00</b>	<b>161.00</b>	<b>166.00</b>	<b>156.00</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>4.36</b>	<b>4.47</b>	<b>4.61</b>	<b>4.33</b>
<b>DESVIACION</b>	<b>0.68</b>	<b>0.70</b>	<b>0.60</b>	<b>0.72</b>

**Cuadro 27.** Resumen estadístico para el atributo SABOR de los panes.

<b>Muestra</b>	<b>Recuento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Error Estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
766	36	4.36	0.47	0.68	0.11	3.0	5.0
742	36	4.47	0.48	0.70	0.12	3.0	5.0
769	36	4.61	0.36	0.60	0.10	3.0	5.0
502	36	4.33	0.51	0.72	0.12	3.0	5.0
Total	144	4.44	0.46	0.68	0.06	3.0	5.0



**Figura 13.** Gráfico de caja y bigotes para el atributo sabor de los panes.

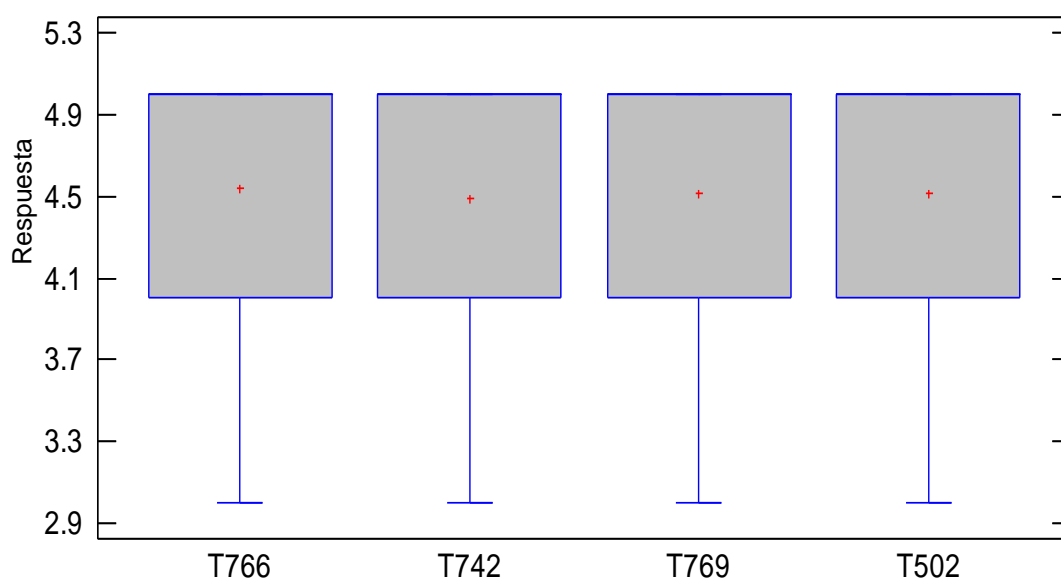
## Anexo 5. Resultados para el atributo TEXTURA del pan.

**Cuadro 28.** Evaluación del atributo textura de las muestras de pan.

Panelista	Textura			
	766	742	769	502
1	3	3	3	3
2	5	5	5	4
3	5	4	4	3
4	5	5	5	5
5	4	5	5	4
6	4	4	5	5
7	5	5	5	5
8	5	4	4	5
9	4	3	3	5
10	3	5	4	4
11	5	5	5	5
12	4	5	5	5
13	4	5	5	5
14	5	5	4	4
15	4	4	4	5
16	4	5	5	4
17	5	5	4	5
18	5	5	5	5
19	5	5	5	5
20	4	4	5	5
21	5	5	5	5
22	4	4	5	5
23	4	4	5	4
24	4	4	5	4
25	5	5	5	5
26	4	3	4	4
27	5	5	4	5
28	5	5	4	5
29	5	4	4	5
30	4	4	4	4
31	5	4	3	4
32	5	4	5	3
33	5	5	5	5
34	5	5	5	5
35	5	4	4	4
36	5	5	5	5
37	5	5	5	4
<b>SUMA</b>	<b>168.00</b>	<b>166.00</b>	<b>167.00</b>	<b>167.00</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>4.54</b>	<b>4.49</b>	<b>4.51</b>	<b>4.51</b>
<b>DESVIACION</b>	<b>0.61</b>	<b>0.65</b>	<b>0.65</b>	<b>0.65</b>

**Cuadro 29.** Resumen estadístico para el atributo TEXTURA de los panes.

<b>Muestra</b>	<b>Recuento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Error Estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
766	37	4.54	0.36	0.10	0.11	3.0	5.0
742	37	4.49	0.42	0.11	0.12	3.0	5.0
769	37	4.51	0.42	0.11	0.10	3.0	5.0
502	37	4.51	0.42	0.11	0.12	3.0	5.0
Total	148	4.51	0.40	0.05	0.06	3.0	5.0



**Figura 14.** Gráfico de caja y bigotes para el atributo textura de los panes.

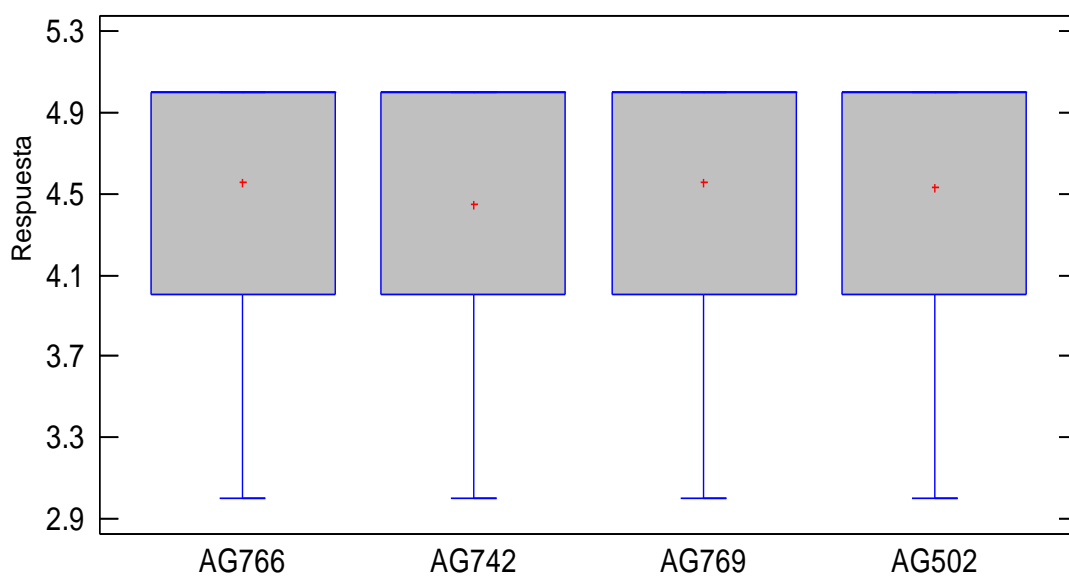
## Anexo 6. Resultados para el APARIENCIA GENERAL del pan

**Cuadro 30.** Evaluación de la apariencia general de las muestras de pan.

Panelista	Apariencia General			
	766	742	769	502
1	3	3	5	3
2	5	5	5	5
3	5	4	4	3
4	5	4	5	5
5	4	5	5	4
6	5	4	5	5
7	4	5	4	5
8	4	4	4	4
9	4	3	3	5
10	3	5	4	4
11	5	5	5	5
12	5	5	5	4
13	5	5	4	5
14	5	5	5	5
15	5	4	4	4
16	5	5	5	5
17	5	5	5	5
18	5	5	5	5
19	5	5	5	5
20	4	4	5	5
21	5	5	5	5
22	4	4	4	5
23	4	4	4	5
24	4	4	4	4
25	5	5	5	5
26	4	3	4	4
27	5	5	3	3
28	4	4	5	5
29	5	4	5	5
30	4	4	4	4
31	5	4	5	3
32	4	5	5	5
33	5	5	5	5
34	5	4	4	5
35	5	5	5	5
36	5	5	5	4
SUMA	164.00	160.00	164.00	163.00
PROMEDIO	4.56	4.44	4.56	4.53
DESVIACION	0.61	0.65	0.61	0.70

**Cuadro 31.** Resumen estadístico para el atributo APARIENCIA GENERAL de los panes.

<b>Muestra</b>	<b>Recuento</b>	<b>Promedio</b>	<b>Varianza</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Error Estándar</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
766	36	4.56	0.37	0.61	0.10	3.0	5.0
742	36	4.44	0.43	0.65	0.11	3.0	5.0
769	36	4.56	0.37	0.61	0.10	3.0	5.0
502	36	4.53	0.48	0.70	0.12	3.0	5.0
Total	144	4.52	0.41	0.64	0.05	3.0	5.0



**Figura 15.** Gráfico de caja y bigotes para el atributo apariencia general de los panes.

## ANEXO 7. Análisis estadístico complementario para la acidez de los panes

**Cuadro 32.** Prueba de Normalidad para la acidez de los panes.

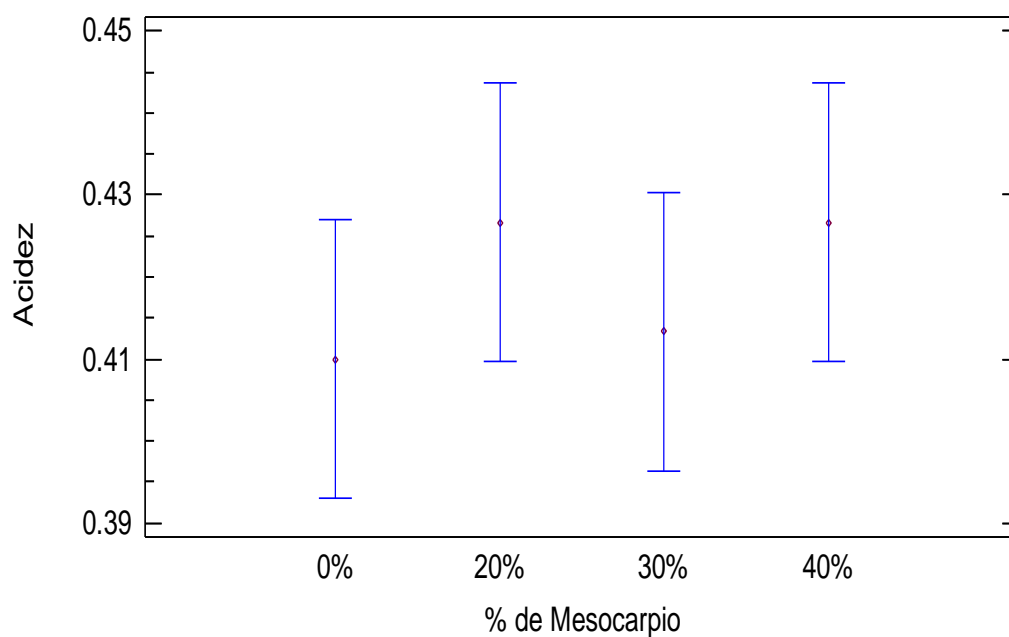
<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Pv</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.9656	0.8047

**Cuadro 33.** Prueba de homogeneidad de la varianza.

	<i>Prueba</i>	<i>Pv</i>
Levene's	0.4737	0.7091

**Cuadro 34.** Análisis de varianza para la acidez de los panes.

<i>Fuente de variación</i>	<i>S.C.</i>	<i>g.l.</i>	<i>C.M.</i>	<i>Fc</i>	<i>Pv</i>
% de adición	0.0007	3	0.0002	0.71	0.5730
Error Experimental	0.0026	8	0.0003		
Total	0.0033	11			



**Figura 16.** Gráfico de medias para la acidez de los panes.

## ANEXO 8 Análisis estadístico complementario para el pH de los panes

**Cuadro 35.** Prueba de Normalidad para el pH de los panes.

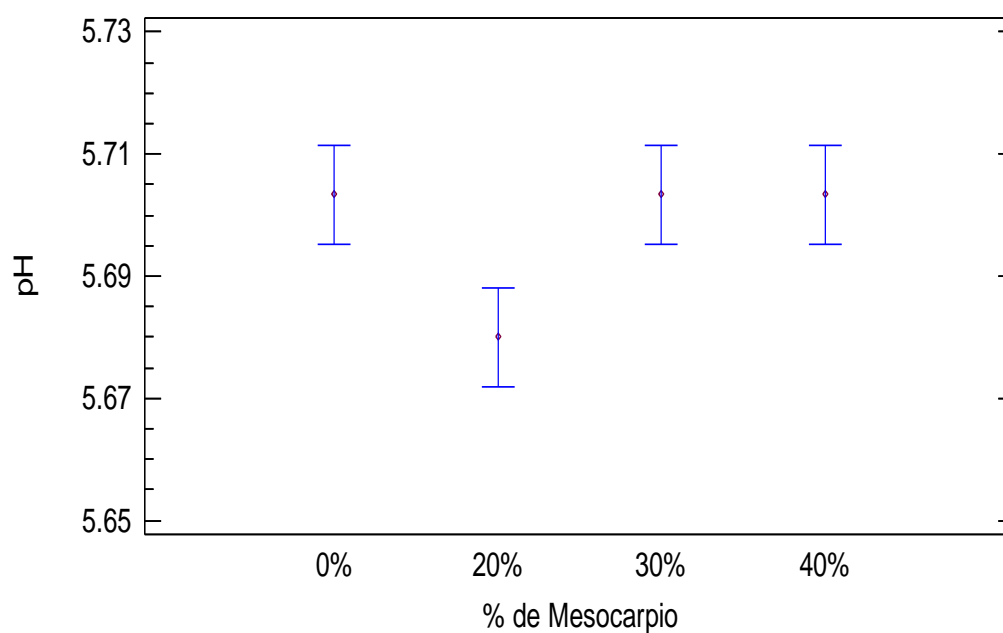
<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Pv</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.9009	0.1559

**Cuadro 36.** Prueba de homogeneidad de la varianza.

	<i>Prueba</i>	<i>Pv</i>
Levene's	1.2667	0.3493

**Cuadro 37.** Análisis de varianza para el pH de los panes.

<i>Fuente de variación</i>	<i>S.C.</i>	<i>g.l.</i>	<i>C.M.</i>	<i>Fc</i>	<i>Pv</i>
% de adición	0.0012	3	0.0004	5.44	0.0247
Error Experimental	0.0006	8	0.0001		
Total	0.0018	11			



**Figura 17.** Gráfico de medias para el pH de los panes.

## ANEXO 9. Análisis estadístico complementario para la humedad de los panes

**Cuadro 38.** Prueba de Normalidad para la humedad de los panes.

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Pv</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.8430	0.0277

**Cuadro 39.** Prueba de homogeneidad de la varianza.

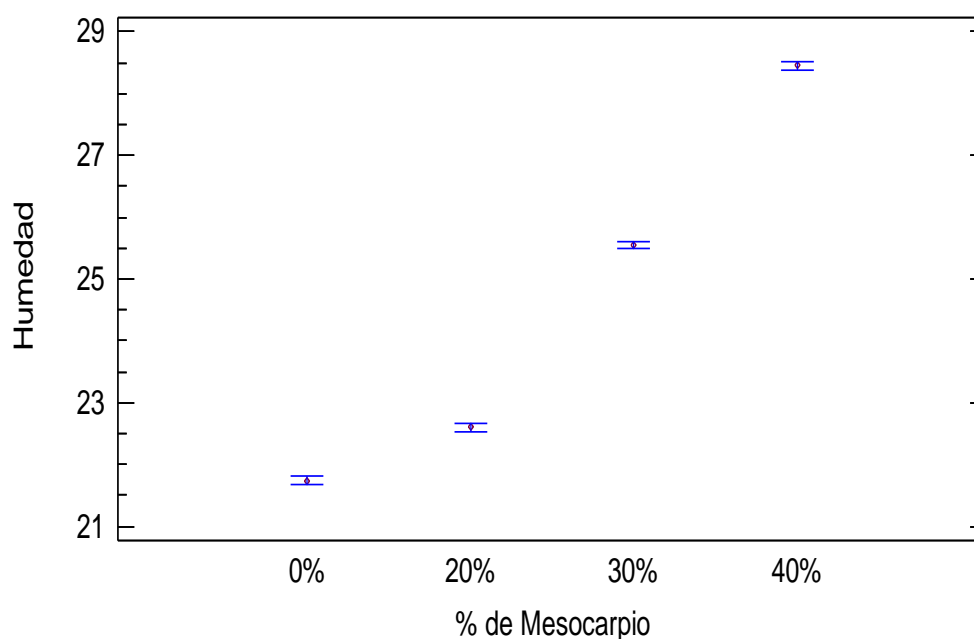
	<i>Prueba</i>	<i>Pv</i>
Levene's	0.2798	0.8386

**Cuadro 40.** Prueba de Kruskal-Wallis para la humedad de los panes.

<b>% de adición de mesocarpio</b>	<b>Tamaño de muestra</b>	<b>Rango Promedio</b>
0% de adición	3	2.0
20% de adición	3	5.0
30% de adición	3	8.0
40% de adición	3	11.0

Estadístico = 10.4211

Pv = 0.0153



**Figura 18.** Gráfico de medias para el contenido de humedad de los panes.

## ANEXO 10. Análisis estadístico complementario para el contenido de proteína de los panes

**Cuadro 41.** Prueba de Normalidad para la humedad de los panes.

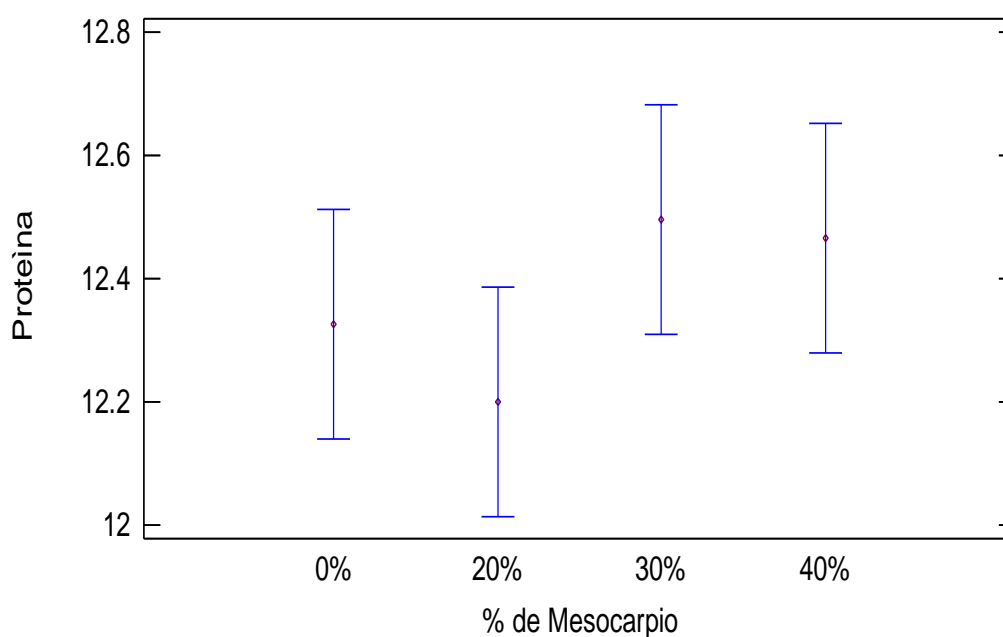
<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Pv</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.9044	0.1723

**Cuadro 42.** Prueba de homogeneidad de la varianza.

	<i>Prueba</i>	<i>Pv</i>
Levene's	0.3641	0.7809

**Cuadro 43.** Análisis de varianza para el contenido de proteína de los panes.

<b><i>Fuente de variación</i></b>	<b><i>S.C.</i></b>	<b><i>g.l.</i></b>	<b><i>C.M.</i></b>	<b><i>Fc</i></b>	<b><i>Pv</i></b>
% de adición	0.1684	3	0.0561	1.42	0.3059
Error Experimental	0.3156	8	0.0395		
Total	0.4840	11			



**Figura 19.** Gráfico de medias para el contenido de proteínas de los panes.

## ANEXO 11. Análisis estadístico complementario para para el contenido de aceites y grasa de los panes

**Cuadro 44.** Prueba de Normalidad para el contenido de aceites y grasa de los panes.

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Pv</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.8275	0.0176

**Cuadro 45.** Prueba de homogeneidad de la varianza.

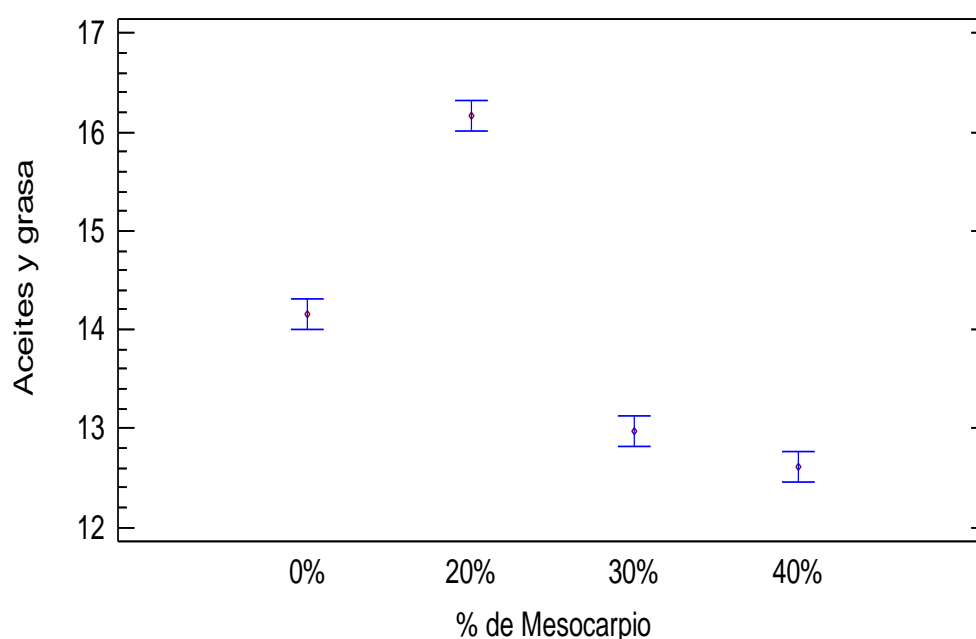
	<i>Prueba</i>	<i>Pv</i>
Levene's	1.6651	0.2506

**Cuadro 46.** Prueba de Kruskal-Wallis para el contenido de aceites y grasa de los panes.

<b>% de adición de mesocarpio</b>	<b>Tamaño de muestra</b>	<b>Rango Promedio</b>
0% de adición	3	8.0
20% de adición	3	11.0
30% de adición	3	5.0
40% de adición	3	2.0

Estadístico = 10.3846

Pv = 0.0156



**Figura 20.** Gráfico de medias para el contenido de aceites y grasa de los panes.

## ANEXO 12. Análisis estadístico complementario para el contenido ceniza de los panes

**Cuadro 47.** Prueba de Normalidad para el contenido de cenizas de los panes.

<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Pv</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.8343	0.0214

**Cuadro 48.** Prueba de homogeneidad de la varianza.

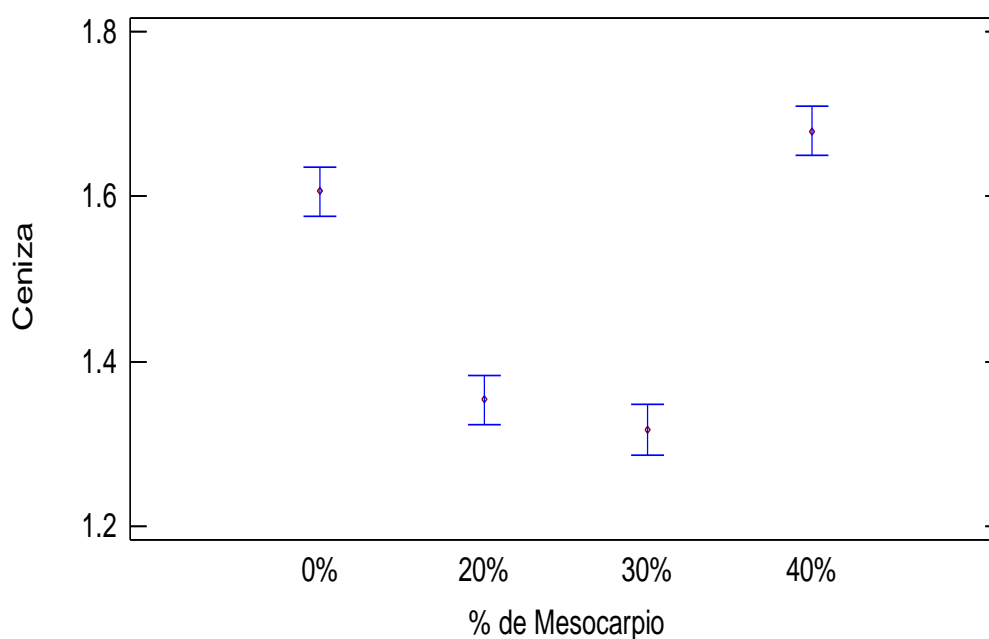
	<i>Prueba</i>	<i>Pv</i>
Levene's	0.4932	0.6969

**Cuadro 49.** Prueba de Kruskal-Wallis para el contenido de cenizas de los panes.

<b>% de adición de mesocarpio</b>	<b>Tamaño de muestra</b>	<b>Rango Promedio</b>
0% de adición	3	8.33
20% de adición	3	4.83
30% de adición	3	2.17
40% de adición	3	10.67

Estadístico = 9.8251

Pv = 0.0201



**Figura 21.** Gráfico de medias para el contenido de cenizas de los panes.

### ANEXO 13. Análisis estadístico complementario para el contenido de fibra bruta de los panes

**Cuadro 50.** Prueba de Normalidad para el contenido de fibra bruta de los panes.

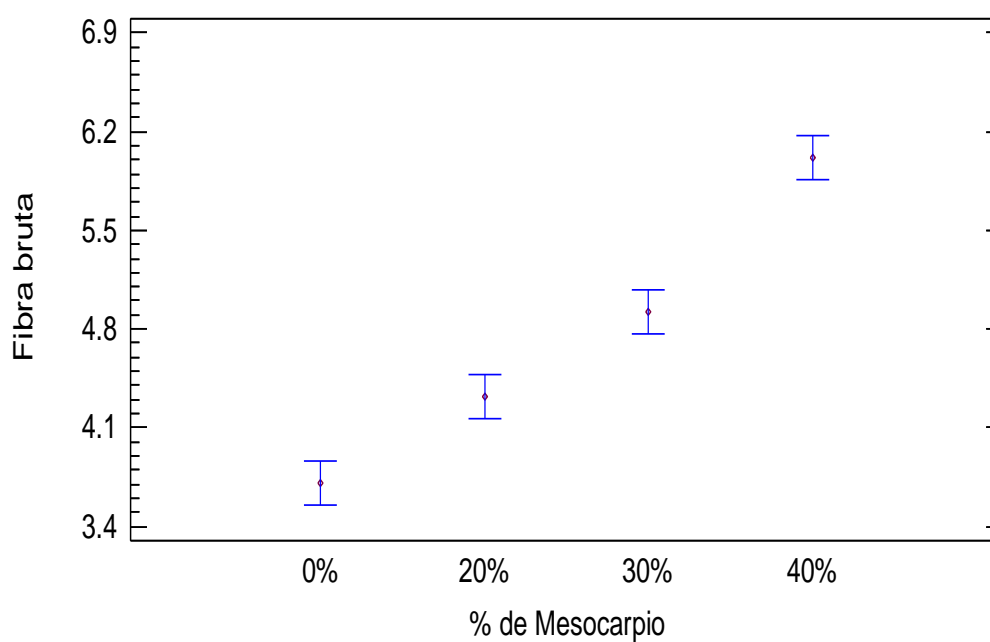
<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Pv</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.9382	0.4435

**Cuadro 51.** Prueba de homogeneidad de la varianza.

	<i>Prueba</i>	<i>Pv</i>
Levene's	0.6034	0.6309

**Cuadro 52.** Análisis de varianza para el contenido de fibra bruta de los panes.

<i>Fuente de variación</i>	<i>S.C.</i>	<i>g.l.</i>	<i>C.M.</i>	<i>Fc</i>	<i>Pv</i>
% de adición	8.6939	3	2.8980	106.94	0.00
Error Experimental	0.2168	8	0.0271		
Total	8.9107	11			



**Figura 22.** Gráfico de medias para el contenido de fibra bruta de los panes.

## ANEXO 14. Análisis estadístico complementario para el contenido de carbohidratos de los panes

**Cuadro 53.** Prueba de Normalidad para el contenido de carbohidratos de los panes.

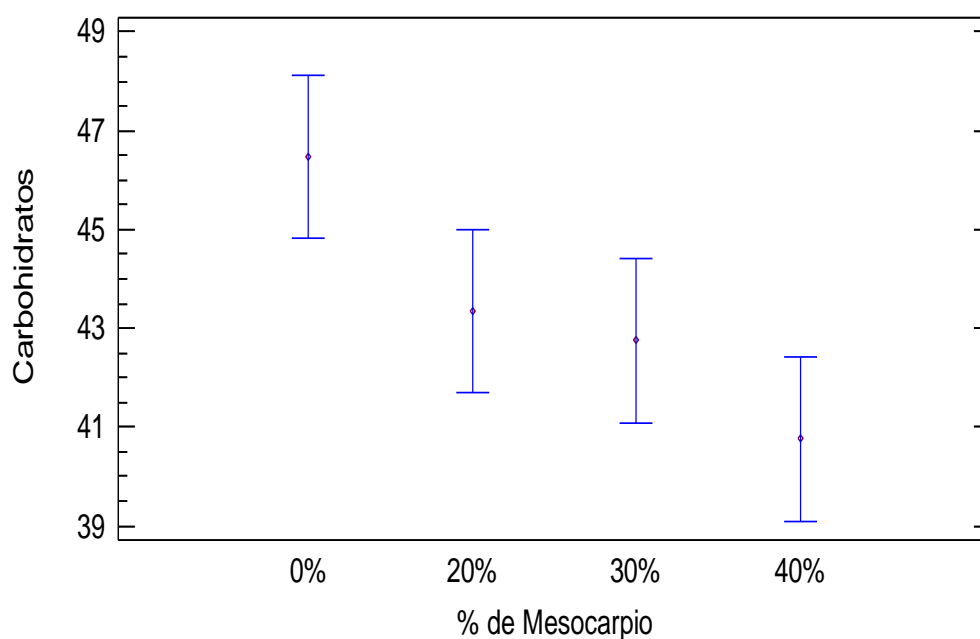
<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Pv</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.8905	0.1143

**Cuadro 54.** Prueba de homogeneidad de la varianza.

	<i>Prueba</i>	<i>Pv</i>
Levene's	0.8446	0.5070

**Cuadro 55.** Análisis de varianza para el contenido de carbohidratos de los panes.

<i>Fuente de variación</i>	<i>S.C.</i>	<i>g.l.</i>	<i>C.M.</i>	<i>Fc</i>	<i>Pv</i>
% de adición	50.4266	3	16.8089	5.3900	0.0254
Error Experimental	24.9695	8	3.1212		
Total	75.3960	11			



**Figura 23.** Gráfico de medias para el contenido de carbohidratos de los panes.

**ANEXO 15. Resultados de los análisis fisicoquímicos realizados al pan elaborado mediante la adición de 0% de mesocarpio de cacao durante el amasado**



Natura Analítica SAC  
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:  
ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS N° 2022.07.11A**

SOLICITANTE	ERIK PEDRO ELGUERA VALENTÍN
DNI	46771550
PROYECTO	Influencia en las características fisicoquímicas y sensoriales del pan elaborado mediante la adición del mesocarpio de <i>Theobroma cacao</i> CCN51 durante el proceso de amasado.
MUESTRA	PAN [0%]
FORMA Y PRESENTACIÓN	01 Bolsa de papel
CANTIDAD RECIBIDA	250 g. aprox.
CÓDIGO DE MUESTRA	2022.07.11A
ANALISTA RESPONSABLE	Bigo Alcides Castillo Q.
FECHA DE INGRESO	2022-07-11
COLECTOR	El Solicitante
ANÁLISIS SOLICITADOS	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO
FECHA INICIO DE ENSAYO	2022-07-11
FECHA TÉRMINO DE ENSAYO	2022-07-25
FECHA EMISIÓN DE RESULTADOS	2022-08-02

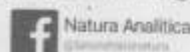
**RESULTADOS  
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO**

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
Ph	---	Potenciométrico	5.7
			5.7
			5.71
Acidez titulable	% ácido sulfúrico	Volumétrico-Titulación NaOH	0.41
			0.42
			0.40
Humedad	% m/m	Gravimétrico	21.6
			21.8
			21.8
Proteína	% m/m	Kjeldahl	12.2
			12.28
			12.5
Aceites y Grasas	% m/m	Extracción por Solvente	14.16
			14.2
			14.1
Ceniza	% m/m	Gravimétrico	1.6
			1.57
			1.65
Fibra Bruta	% m/m	Digestión Ácida-Básica	3.8
			3.75
			3.58
Carbohidratos	% m/m	Diferencial	46.64
			46.4
			46.38



Av. Islenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060 E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com

NATURA ANALÍTICA S.A.C.



Bigo Alcides E. Castillo Quezada  
ANALISTA RESPONSABLE Y ANALISTA EN DOTACIÓN  
COP 4118 - JUL 2020

**ANEXO 16. Resultados de los análisis fisicoquímicos realizados al pan elaborado mediante la adición de 20% de mesocarpio de cacao durante el amasado**



Natura Analítica SAC  
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:  
ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS N° 2022.07.11B**

SOLICITANTE	ERIK PEDRO ELGUERA VALENTÍN
DNI	46771550
PROYECTO	Influencia en las características fisicoquímicas y sensoriales del pan elaborado mediante la adición del mesocarpio de <i>Theobroma cacao</i> CCN51 durante el proceso de amasado.
MUESTRA	PAN [20%]
FORMA Y PRESENTACIÓN	01 Bolsa de papel.
CANTIDAD RECIBIDA	250 g. aprox.
CÓDIGO DE MUESTRA	2022.07.11B
ANALISTA RESPONSABLE	Blgo. Alcides Castillo Q.
FECHA DE INGRESO	2022-07-11
COLECTOR	El Solicitante
ANÁLISIS SOLICITADOS	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO
FECHA INICIO DE ENSAYO	2022-07-11
FECHA TÉRMINO DE ENSAYO	2022-07-25
FECHA EMISIÓN DE RESULTADOS	2022-08-02

**RESULTADOS  
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO**

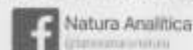
PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
<i>Ph</i>	---	Potenciométrico	5.68
			5.68
			5.68
<i>Acidez titulable</i>	% ácido sulfúrico	Volumétrico-Titulación NaOH	0.43
			0.45
			0.40
<i>Humedad</i>	% m/m	Gravimétrico	22.57
			22.63
			22.61
<i>Proteína</i>	% m/m	Kjeldahl	12.13
			12.13
			12.34
<i>Aceites y Grasas</i>	% m/m	Extracción por Solvente	16.1
			16.12
			16.3
<i>Ceniza</i>	% m/m	Gravimétrico	1.34
			1.36
			1.36
<i>Fibra Bruta</i>	% m/m	Digestión Ácida-Básica	4.2
			4.5
			4.27
<i>Carbohidratos</i>	% m/m	Diferencial	43.66
			43.26
			43.12

1461



Av. Sánchez Peña 503 PUCALIPA teléfono: 576060 E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com

NATURA ANALÍTICA S.A.C.



Blgo. Alcides Castillo Querecua  
BOLSA DE PAPER  
RUC: 20600103661

**ANEXO 17. Resultados de los análisis fisicoquímicos realizados al pan elaborado mediante la adición de 30% de mesocarpio de cacao durante el amasado**



Natura Analítica SAC  
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:  
ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS N° 2022.07.11C**

SOLICITANTE	ERIK PEDRO ELGUERA VALENTÍN
DNI	46771550
PROYECTO	Influencia en las características fisicoquímicas y sensoriales del pan elaborado mediante la adición del mesocarpio de <i>Theobroma cacao</i> CCN51 durante el proceso de amasado
MUESTRA	PAN [30%]
FORMA Y PRESENTACIÓN	01 Bolsa de papel
CANTIDAD RECIBIDA	250 g. aprox.
CÓDIGO DE MUESTRA	2022.07.11C
ANALISTA RESPONSABLE	Blgo. Alcides Castillo Q.
FECHA DE INGRESO	2022-07-11
COLECTOR	El Solicitante
ANÁLISIS SOLICITADOS	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO
FECHA INICIO DE ENSAYO	2022-07-11
FECHA TÉRMINO DE ENSAYO	2022-07-25
FECHA EMISIÓN DE RESULTADOS	2022-08-02

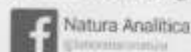
**RESULTADOS  
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO**

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
Ph	---	Potenciométrico	5.72
			5.70
			5.69
Acidez titulable	% ácido sulfúrico	Volumétrico-Titulación NaOH	0.43
			0.42
			0.39
Humedad	% m/m	Gravimétrico	25.5
			25.54
			25.61
Proteína	% m/m	Kjeldahl	12.72
			12.52
			12.25
Aceites y Grasas	% m/m	Extracción por Solvente	12.9
			13.3
			12.7
Ceniza	% m/m	Gravimétrico	1.31
			1.30
			1.34
Fibra Bruta	% m/m	Digestión Ácida-Básica	4.9
			4.87
			5.00
Carbohidratos	% m/m	Diferencial	42.67
			42.47
			43.1

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060 E-MAIL: naturaanalitica@gmail.com



NATURA ANALÍTICA S.A.C.



Blgo. Alcides Castillo Quereda  
ANALISTA RESPONSABLE  
RUC: 20600103661

**ANEXO 18. Resultados de los análisis fisicoquímicos realizados al pan elaborados mediante la adición de 40% de mesocarpio de cacao durante el amasado**



Natura Analítica SAC  
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:  
ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS N° 2022.07.11D**

SOLICITANTE	ERIK PEDRO ELGUERA VALENTÍN
DNI	46771550
PROYECTO	Influencia en las características fisicoquímicas y sensoriales del pan elaborado mediante la adición del mesocarpio de <i>Theobroma cacao</i> CCN51 durante el proceso de amasado.
MUESTRA	PAN [40%]
FORMA Y PRESENTACIÓN	01 Bolsa de papel.
CANTIDAD RECIBIDA	250 g. aprox.
CÓDIGO DE MUESTRA	2022.07.11D
ANALISTA RESPONSABLE	Blgo. Alcides Castillo Q.
FECHA DE INGRESO	2022-07-11
COLECTOR	El Solicitante
ANÁLISIS SOLICITADOS	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO
FECHA INICIO DE ENSAYO	2022-07-11
FECHA TÉRMINO DE ENSAYO	2022-07-25
FECHA EMISIÓN DE RESULTADOS	2022-08-02

**RESULTADOS  
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO**

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADO
Ph	---	Potenciométrico	5.71
			5.70
			5.70
Acidez titulable	% ácido sulfúrico	Volumétrico-Titulación NaOH	0.42
			0.42
			0.44
Humedad	% m/m	Gravimétrico	28.46
			28.39
			28.5
Proteína	% m/m	Kjeldahl	12.70
			12.5
			12.2
Aceites y Grasas	% m/m	Extracción por Solvente	12.6
			12.59
			12.63
Ceniza	% m/m	Gravimétrico	1.7
			1.71
			1.63
Fibra Bruta	% m/m	Digestión Ácida-Básica	5.8
			5.95
			6.3
Carbohidratos	% m/m	Diferencial	38.74
			44.81
			38.74

Av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060 E-MAIL: [naturaanalitica@gmail.com](mailto:naturaanalitica@gmail.com)



NATURA ANALÍTICA S.A.C.



Natura Analítica

Blgo. Alcides Castillo Quesada  
CALLE 100 N° 1110

**ANEXO 19. Resultados de los análisis fisicoquímicos realizados a la masa de mesocarpio de cacao**



**Natura  
Analítica**

Natura Analítica SAC  
RUC: 20600103661

SECCIÓN II:  
ANÁLISIS DE AGUAS Y ALIMENTOS

**CERTIFICADO DE ANÁLISIS N° 2021.07.61**

SOLICITANTE	ERIK PEDRO ELGUERA VALENTIN
RUC/DNI	46771550
TIPO DE MUESTRA	Fruto de Cacao
FORMA Y PRESENTACIÓN	Fruto
CANTIDAD RECIBIDA	05 Und
CÓDIGO DE MUESTRA	2021.07.61
ANALISTA RESPONSABLE	Blgo. Alcides Castillo Q.
FECHA DE INGRESO	2021-07-30
COLECTOR	Solicitante
ANÁLISIS SOLICITADOS	ANÁLISIS FISICOQUÍMICO
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	2021-08-02
FECHA DE TERMINO DE ENSAYO	2021-08-05
FECHA DE EMISIÓN RESULTADOS	2021-08-09

### RESULTADOS

**ANÁLISIS FISICOQUÍMICO**

PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO	RESULTADOS
Sólidos Disueltos	°Brix	Refractométrico	20
			20
			21
			5.28
PH	---	Potenciométrico	5.5
			6.1
Acidez Titulable	% Acido Citrico	Volumétrico	0.56
			0.58
			0.6
			77.7
Humedad	%	Gravimétrico	76.9
			78
			2.68
Proteína	%	Kjeldahl	2.68
			2.65
			0.53
Aceite y Grasas	%	Extracción por solvente	0.53
			0.51
			15.99
Carbohidratos	%	Diferencial	16.8
			15.76
			2.11
Fibra Bruta	%	Digestión Ácida/Alcalina	2.10
			2.10
			0.99
Ceniza	%	Gravimétrico	0.99
			0.98



**NATURA ANALÍTICA SAC.**

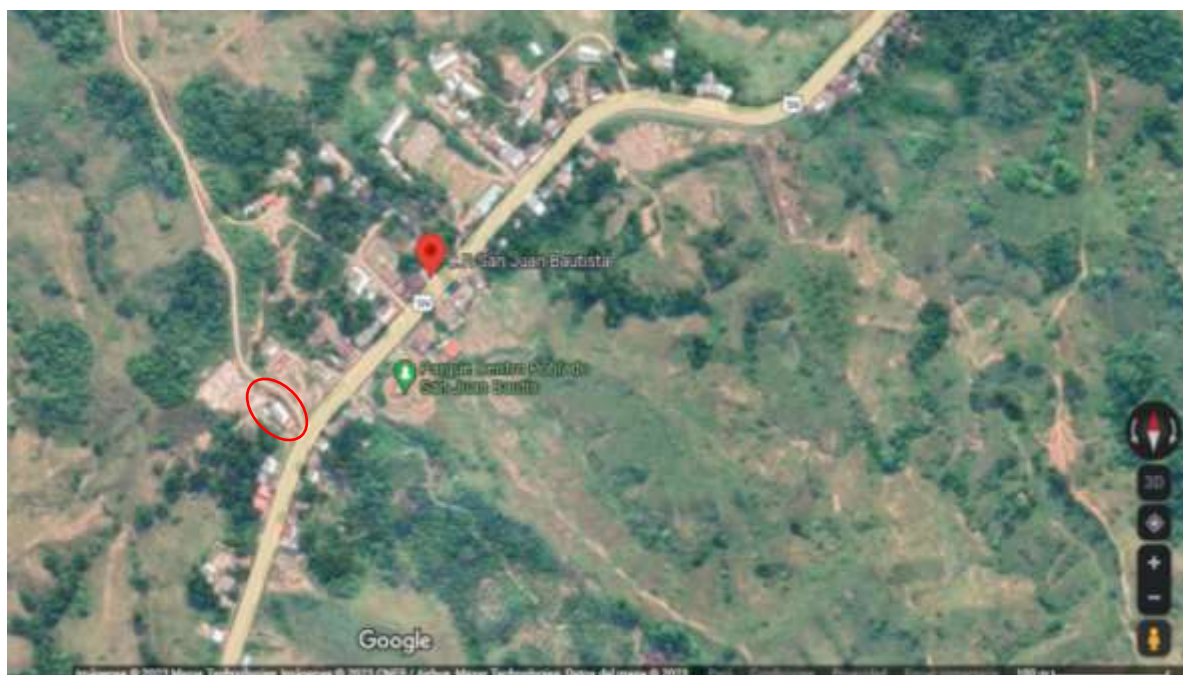
Blgo. Alcides E. Castillo Quezada  
TIP. LABORATORIO CLÍNICO Y ANÁLISIS BIOLÓGICO  
 PUNO 4174 - 9NE 4178

1 de 1

av. Sáenz Peña 503 PUCALLPA teléfono: 576060 E-MAIL: [naturaanalitica@gmail.com](mailto:naturaanalitica@gmail.com)

 Natura Analítica  
@naturaanalitica

## ANEXO 20. Registros fotográficos



Domicilio del Sr. Pizarro, en el Centro Poblado San Juan Bautista. Distrito de San Alejandro.



Ubicación de la zona donde se recolectó los frutos de cacao. Centro Poblado San Juan Bautista. Distrito de San Alejandro. 2.5 km de penetración. Coordenadas UTM: -8.888309, - 75.357045; 8.887366, - 75.357814; 8.888176, - 75.358124.











