

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN- TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

“OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE EXTRACCIÓN DEL
ZUMO DE GRANADILLA (*Passiflora ligularis*) APLICANDO
TEMPERATURAS Y ENZIMA PECTINOLÍTICA”

TESIS

Presentada por:

Bach. LUIS OSCAR PACCO MORÁN

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

TACNA – PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

TESIS

**“OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE EXTRACCIÓN DEL
ZUMO DE GRANADILLA (*Passiflora ligularis*) APLICANDO
TEMPERATURAS Y ENZIMA PECTINOLÍTICA”**

Tesis sustentada y aprobada el 21 de Noviembre del 2017, siendo el jurado calificador:

PRESIDENTE:


Dra. Liliana del Carmen Lanchipa Bergamini

SECRETARIO:


Mgr. Luis Alberto Marín Aliga

VOCAL:


Ing. Amelia Elena Castro Gamero

ASESOR:


MSc. Rolando Céspedes Rossel

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a Dios, por permitirme tener vida, salud y lograr concluir con mi carrera profesional.

A mis abuelos Rosa y Alfredo, con sus consejos y palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis ideales.

A mi madre María por brindarme su amor, apoyo, comprensión y por estar siempre presente en todos los momentos buenos y malos.

A mis tíos Carlos y Elsa por el apoyo que siempre me brindaron, en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor de tesis Msc. Rolando Céspedes Rossel por todo el apoyo, paciencia, amistad y comprensión que me brindó en todo este tiempo, además del empeño que tuvo para que se culminara satisfactoriamente este trabajo.

A los docentes, técnicos de laboratorio y personal administrativo de la ESIA, por el apoyo brindado en todo momento durante la realización del presente trabajo.

A todas aquellas personas que, de alguna manera u otra, me apoyaron en el ámbito profesional y personal con sus conocimientos, consejos y experiencias que me sirvieron de mucho para seguir adelante.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXO	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Formulación y sistematización del problema.....	5
1.2.1 Problema principal.....	5
1.2.2 Problemas específicos	5
1.3 Delimitación de la investigación	6
1.4 Justificación.....	6
1.5 Limitaciones	8
1.6 Objetivos	8

1.6.1	Objetivo general	8
1.6.2	Objetivos específicos	8
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES		9
2.1	Hipótesis	9
2.1.1	Hipótesis general.....	9
2.1.2	Hipótesis específicas.....	9
2.2	Diagrama de variables	9
2.3	Indicadores de variables	10
2.4	Operacionalización de variables	10
CAPÍTULO III: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA		12
3.1	Conceptos generales y definiciones.....	12
3.1.1	La granadilla.....	12
3.1.2	Características de la granadilla.....	13
3.1.3	Propiedades de la granadilla.....	15
3.1.4	Composición nutricional	16
3.1.5	Usos de la granadilla.....	18
3.1.6	Producción de fruta de granadilla en el Perú.	19
3.1.7	Enzimas	19
3.1.8	Factores que afectan la actividad enzimática	20

3.1.9	Reología en la industria alimentaria	21
3.1.10	Evaluación sensorial de los alimentos.....	24
3.2	Enfoques teóricos – técnicos	26
3.2.1	Zumo de fruta.....	26
3.2.2	Empleo de las enzimas en la producción industrial.....	27
3.2.3	Aplicación de las enzimas tipo pectinolíticas en la obtención de zumos o jugos de frutas.	29
3.2.4	Comportamiento de la pectina en la industria de zumos de fruta.....	30
3.2.5	Pectinex Ultra SP-L.....	31
3.2.6	Efectos de Pectinex Ultra SP-L sobre la pectina.....	32
3.3	Marco referencial	33
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		37
4.1	Tipo de investigación.....	37
4.2	Lugar de ejecución.....	37
4.3	Población y muestra.....	38
4.4	Materiales y métodos	39
4.4.1	Materia prima e insumos	39
4.4.2	Materiales.....	39
4.4.3	Equipos	41
4.4.4	Reactivos	41

4.5	Diseño procedimental.....	42
4.6	Descripción del flujograma para la obtención de zumo de granadilla mediante tratamiento enzimático.	44
4.7	Métodos de análisis.....	48
CAPÍTULO V TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS Y DISCUSIONES ...		51
5.1	Técnicas aplicadas en la recolección de la información.....	51
5.1.1	Análisis de datos	51
5.2	Resultados	51
5.2.1	Estudios preliminares	51
5.2.2	Componentes de la fruta de granadilla.	52
5.2.3	Análisis fisicoquímico de la materia prima.....	53
5.2.4	Rendimiento en los tratamientos de extracción enzimática del zumo de granadilla.....	54
5.2.5	Resultados de los tratamientos respecto a las características sensoriales.	57
5.2.6	Resultados del análisis fisicoquímico del producto optimizado. ..	72
5.2.7	Resultados del análisis microbiológico del producto optimizado. .	73
5.2.8	Comportamiento reológico del zumo de granadilla tratado enzimáticamente	73
5.2.9	Diagrama de flujo final.....	77
5.2.10	Balance de materia del producto final.....	79

5.3	Discusión de resultados	80
	CONCLUSIONES	86
	RECOMENDACIONES.....	88
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
	ANEXOS.....	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	11
Tabla 2. Clasificación botánica de la granadilla.	13
Tabla 3. Composición nutricional de la granadilla	17
Tabla 4. Características reológicas en algunos alimentos	23
Tabla 5. Clasificación de los métodos de evaluación sensorial	25
Tabla 6. Aplicación industrial de las enzimas.....	28
Tabla 7. Niveles de los factores de las variables independientes.	38
Tabla 8. Diseño de tratamientos para Central Compuesto Rotable.	39
Tabla 9. Concentración y temperatura para los diferentes tratamientos de la extracción enzimática del zumo de granadilla.	46
Tabla 10. Proporción en peso de los componentes de la fruta de granadilla.	52
Tabla 11. Resultados de la composición proximal en 100 gramos de pulpa de granadilla.....	53
Tabla 12. Resultado experimental según el diseño Central Compuesto Rotable para la variable respuesta rendimiento de la obtención enzimática de zumo de granadilla.	54

Tabla 13. Análisis de varianza (ANOVA) del zumo tratado enzimáticamente con respecto a concentración de enzimas. .	56
Tabla 14. Prueba de hipótesis de coeficiente de regresión de rendimiento con respecto a la concentración de enzimas.....	56
Tabla 15. Análisis de varianza del color de zumo de granadilla.....	58
Tabla 16. Análisis de varianza de regresión de color de zumo de granadilla.	60
Tabla 17. Prueba de hipótesis de coeficiente de regresión del color del zumo de granadilla con respecto a la temperatura	61
Tabla 18. Análisis de varianza del olor de zumo de granadilla.	62
Tabla 19. Análisis de varianza de regresión de olor de zumo de granadilla.	64
Tabla 20. Prueba de hipótesis de coeficiente de regresión del olor del zumo de granadilla con respecto a la temperatura	64
Tabla 21. Análisis de varianza del sabor de zumo de granadilla.	65
Tabla 22. Análisis de varianza de regresión de sabor de zumo de granadilla.	67
Tabla 23. Prueba de hipótesis de coeficiente de regresión del sabor del zumo de granadilla con respecto a la temperatura	68
Tabla 24. Análisis de varianza de la apariencia del zumo de granadilla. .	69

Tabla 25. Análisis de varianza de regresión de apariencia del zumo de granadilla.	71
Tabla 26. Prueba de hipótesis de coeficiente de regresión de la apariencia del zumo de granadilla con respecto a la temperatura.....	71
Tabla 27. Análisis fisicoquímico de zumo de granadilla tratado enzimáticamente en condiciones óptimas.....	72
Tabla 28. Análisis microbiológico de zumo de granadilla optimizado.	73
Tabla 29. Variación de la viscosidad aparente a diferentes velocidades de corte en el zumo de granadilla tratada enzimáticamente en condiciones óptimas.....	74
Tabla 30. Variación de la viscosidad aparente a diferentes velocidades de corte en el zumo de granadilla sin tratamiento enzimático.....	75
Tabla 31. Balance de masa para la obtención del zumo de granadilla tratado enzimáticamente.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de causa y efecto para las variables en estudio.....	10
Figura 2. Fruto de granadilla (<i>Passiflora ligularis</i>).....	12
Figura 3. Componentes de la fruta de granadilla.	15
Figura 4. Principales regiones del Perú en cultivo de granadilla.....	19
Figura 5. Porción de una molécula de la pectina.	33
Figura 6. Diseño del flujo experimental para la obtención de zumo de granadilla mediante tratamiento enzimático.	43
Figura 7. Curvas de nivel que relaciona la variable concentración de enzimas con el rendimiento en la extracción del zumo de granadilla.....	55
Figura 8. Diagrama de dispersión que relaciona la variable temperatura con el porcentaje de rendimiento del zumo de granadilla.	57
Figura 9. Dispersión de puntos que relaciona concentración de enzimas con respecto a la aceptabilidad del color del zumo.....	59
Figura 10. Dispersión de puntos que relaciona la temperatura con respecto al color del zumo de granadilla.....	60
Figura 11. Dispersión de puntos que relaciona concentración de enzimas con respecto al olor.....	62

Figura 12. Dispersión de puntos que relaciona la temperatura con respecto al olor.	63
Figura 13. Diagrama de dispersión que relaciona la concentración de enzimas con respecto al sabor.	66
Figura 14. Diagrama de dispersión que relaciona la temperatura con respecto al sabor del zumo de granadilla.....	67
Figura 15. Dispersión de puntos que relaciona la concentración de enzimas con la apariencia del zumo	69
Figura 16. Dispersión de puntos que relaciona la temperatura con la apariencia del zumo	70
Figura 17. Comparación del comportamiento reológico del zumo de granadilla con tratamiento enzimático y sin tratamiento enzimático.....	76
Figura 18. Variación de la viscosidad aparente con el tiempo para una dispersión de pulpa de granadilla en tratamiento con enzima pectinolítica (Pectinex USP-L).	77
Figura 19. Flujograma final para la obtención de zumo de granadilla mediante tratamiento enzimático.	78

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Anexo Matriz de consistencia.	96
Anexo 2. Prueba de evaluación de las características sensoriales del zumo de granadilla tratado enzimáticamente.	97
Anexo 3. Resultados de la evaluación de las características del color del zumo de granadilla tratado enzimáticamente.	98
Anexo 4. Resultados de la evaluación de las características de olor del zumo de granadilla tratado enzimáticamente.	99
Anexo 5. Resultados de la evaluación de las características de sabor del zumo de granadilla tratado enzimáticamente.	100
Anexo 6. Resultados de la evaluación de las características de la apariencia del zumo de granadilla tratado enzimáticamente.	101
Anexo 7. Resultados del análisis microbiológico en el zumo optimizado.	102
Anexo 8. Ficha técnica de la enzima pectinolítica (Pectinex USP-L).	103
Anexo 9. NTP de jugos, néctares y bebidas de fruta.	105
Anexo 10. Panel fotográfico del proceso de extracción de zumo de granadilla mediante tratamiento enzimático.	119

RESUMEN

El presente trabajo se realizó para encontrar un flujo óptimo de obtención de zumo de granadilla (*Passiflora ligularis*) utilizando enzima pectinolítica (Pectinex USP-L). El flujo óptimo fue: recepción de materia prima, selección y clasificación, lavado, desinfectado, pelado, pesado, tratamiento térmico, tratamiento enzimático, filtrado, pasterizado, filtrado y envasado.

Las condiciones óptimas del proceso de extracción fueron: temperatura óptima de tratamiento 40°C, concentración de enzimas 0,1 ml/100g de pulpa de granadilla y un tiempo de 1 hora.

El zumo obtenido por vía enzimática presentó un aspecto homogéneo, amarillo ámbar brillante, con una composición fisicoquímica de: sólidos solubles 15,8 °Brix, pH 4,65, acidez titulable 0,59%, pectina (pectato de calcio) 0,26%, vitamina C 32 mg/100g de muestra, índice reológico 0,26 y coeficiente de consistencia 0,1873 Pa.sⁿ y hongos y levaduras <10 ufc/g con un rendimiento de extracción de zumo del 65%.

Palabras clave: Zumo, granadilla, enzima pectinolítica, rendimiento, análisis sensorial.

ABSTRACT

The present work was carried out to find an optimal flow of obtaining granadilla juice (*Passiflora ligularis*) using pectinolytic enzyme (Pectinex USP-L). The optimum flow was: reception of raw material, selection and classification, washing, disinfection, peeling, weighing, heat treatment, enzymatic treatment, filtering, pasteurization, filtering and packaging.

The optimum conditions of the extraction process were: optimal treatment temperature 40 °C, enzyme concentration 0,1 ml / 100g granadilla pulp and a time of 1 hour.

The juice obtained by enzymatic route presented a homogeneous appearance, bright amber yellow, with a physicochemical composition of: soluble solids 15,8 °Brix, pH 4,65, titrable acidity 0,59%, pectin (calcium pectate) 0,26 %, vitamin C 32 mg / 100g of sample, rheological index 0,26 and coefficient of consistency 0,1873 Pa.sⁿ and mushrooms and yeasts <10 cfu / g with a yield of juice extraction of 65%.

Key words: Juice, granadilla, pectinolytic enzyme, yield, sensory analysis.

INTRODUCCIÓN

La granadilla (*Passiflora ligularis*), es una fruta oriunda de los andes peruanos, fue domesticada en la época pre inca. Su fruto es de cáscara frágil, en su interior aloja el zumo y semillas comestibles dentro de arilos, siendo de agradable sabor, por lo tanto, es un fruto que tiene gran aceptación para el consumo y es muy apreciada por su valor nutricional debido al alto contenido de vitamina C, fósforo y niacina. Tiene además propiedades medicinales, es un fruto hipo alérgico y laxativo, por lo que es recetada por los médicos pediatras para incluir en la dieta de los niños (Castro, 1994).

Las enzimas pectinasas o pectinolíticas y otras amilolíticas son de uso integral de toda tecnología moderna de procesamiento de zumos o jugos de fruta, que contribuyó al desarrollo del proceso, al rendimiento óptimo y la alta calidad del producto final. En el caso particular de la fruta de granadilla, fue materia prima de gran importancia para la obtención del zumo o jugo estandarizado.

Esta posibilidad de procesamiento en el país sería muy interesante, ya que existe abundante producción de granadilla y que permitiría en un tiempo muy cercano disponer grandes volúmenes de esta fruta.

El presente trabajo tuvo como objetivo general determinar los valores óptimos en los parámetros de concentración de enzimas y temperatura que permitieron lograr un mayor rendimiento en la extracción de zumo de granadilla (*Passiflora ligularis*).

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Los zumos de fruta son fuente importante de vitaminas, minerales, fibra y azúcares simples que nos llenan de energía y vitalidad. Contienen una serie de sustancias químicas naturales de gran capacidad antioxidante que nos protege del proceso oxidativo propio del envejecimiento, favorecen el sistema inmunológico, fortalecen nuestra flora intestinal, entre otros beneficios para la salud. Incluir jugos naturales de granadilla (*Passiflora ligularis*) en nuestra alimentación tiene ventajas, también en aquellas personas como el adulto mayor o infantes que no tienen una suficiente capacidad masticatoria, encuentran en el jugo una opción saludable y deliciosa para completar el requerimiento de nutriente diario (León, 2000).

La granadilla (*Passiflora ligularis*), es una fruta tropical, presenta un sabor dulce, lo cual se deriva del alto contenido de azúcares y con un aroma agradable, siendo factores importantes para su aceptación, con potencial para su consumo fresco o para la elaboración de productos procesados, sin embargo, por la naturaleza gelatinosa, jugosa y compuesta por pequeñas semillas comestibles de su pulpa, hace que en la industria de

zumos o jugos no se pueda utilizar directamente para su procesamiento por lo que es necesario recurrir a métodos que ayuden a su extracción, teniendo como opción los tratamientos enzimáticos que pueden llegar a disminuir la viscosidad e incrementar el rendimiento del jugo (Yusof, 1994).

Las enzimas pectinolíticas son especiales para el tratamiento del prensado, tienen una capacidad alta para optimizar el procesamiento de la fruta. El tratamiento con estas enzimas facilita el proceso de prensado y dan como resultado alto rendimiento de prensado y jugo con excelente aroma. Debido al bajo contenido de pectina y a la baja viscosidad, el jugo resultante es ideal para el proceso de clarificación subsiguiente. El bajo contenido de polisacáridos y la baja viscosidad son una ventaja adicional durante la filtración, lo que permite jugos de mejor calidad y de mayor vida útil (García, 2012).

En la actualidad, con la elevada demanda de jugos naturales y con los consumidores prestando aún más atención a la calidad de los jugos que adquieren, los fabricantes tienen la necesidad de maximizar el rendimiento del jugo que proviene de suministros limitados de frutas. Para ello las empresas deben adquirir soluciones de enzimas, para obtener productos de calidad y de bajo costo de producción, ya que el proceso es a baja

temperatura. Mediante el uso de este proceso, los fabricantes de zumo de granadilla pueden salir airosos.

Por lo antes expuesto, el objetivo del presente trabajo fue lograr mayor rendimiento en el zumo de granadilla (*Passiflora ligularis*) mediante tratamiento enzimático (Pectinex USP-L), determinando los valores óptimos en los parámetros de concentración de enzima y temperatura. La metodología consiste en cuantificar el rendimiento y las características sensoriales, sin mostrar un efecto negativo en el nivel de aceptación de las mismas.

1.2 Formulación y sistematización del problema

1.2.1 Problema principal

¿Cuáles serán los valores óptimos de concentración de enzima y temperatura que permitan lograr mayor rendimiento en el jugo de granadilla (*Passiflora ligularis*) obtenido mediante tratamiento enzimático y su aceptabilidad sensorial?

1.2.2 Problemas específicos

– ¿Cuál será la dosis óptima de enzima pectinolítica para maximizar el rendimiento de zumo en la pulpa de granadilla?

- ¿Cuál será la temperatura óptima para la obtención de zumo de granadilla de mayor rendimiento?
- ¿Qué efecto tendrá el tratamiento enzimático sobre las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas del zumo de granadilla?

1.3 Delimitación de la investigación

El presente estudio trató del efecto degradativo de las enzimas que permitieron obtener zumo de granadilla (*Passiflora ligularis*), de mayor rendimiento y calidad, para los cuales se estableció un diseño estadístico que permitió evaluar el mejor tratamiento.

El estudio se ejecutó a nivel de laboratorio en los ambientes de los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias (ESIA) de la UNJBG, con granadilla proveniente de la región de Pasco, los mismos que fueron adquiridos en el mercado 2 de mayo de la ciudad de Tacna.

1.4 Justificación

En el Perú, las frutas tropicales y andinas tienen un elevado potencial para la aplicación de nuevas tecnologías agroindustriales, como la obtención de jugos con tratamiento enzimático que tienen una aceptación creciente en el mercado nacional e internacional, que permite optimizar el

aprovechamiento de la materia prima mejorando la calidad y otorgando mayor valor agregado a los productos procesados.

La granadilla (*Passiflora ligularis*), fue seleccionada en el presente trabajo debido a sus características de sabor, aroma y color, además por ser consumidos mayoritariamente por niños y bebés. Sin embargo, en muchas ocasiones esta fruta no llega a su destino en buenas condiciones debido a la falta de sistemas de acondicionamiento y almacenamiento apropiados.

La producción de la granadilla no se da en todas las regiones del país siendo Pasco, principalmente Oxapampa, donde se extienden aproximadamente 2 mil hectáreas dedicadas al cultivo de este fruto, le siguen Cajamarca, Huánuco y La Libertad como principales productores. Por lo que es necesario industrializar este producto mediante el empleo de enzimas para el consumo nacional e internacional.

Por esta razón, en el presente trabajo se utilizó la pulpa de granadilla (*Passiflora ligularis*) y la enzima tipo pectinolítica que permitieron determinar los parámetros óptimos de producción y obtener el mayor rendimiento de zumo; de esta manera establecer un proceso más eficiente y de menor costo.

1.5 Limitaciones

Las limitaciones que se encontraron en el presente trabajo fue el alto precio de la granadilla y la no disponibilidad de la enzima, que fueron traídas de la ciudad de Lima.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

La presente investigación se encuadró dentro del objetivo general de estudiar o determinar los valores óptimos de concentración de enzimas y temperatura que permitan lograr mayor rendimiento en la extracción de zumo de granadilla (*Passiflora ligularis*).

1.6.2 Objetivos específicos

- Determinar la dosis óptima de enzima pectinolítica para maximizar el rendimiento de zumo en la pulpa de granadilla.
- Determinar la temperatura óptima para la obtención de zumo de granadilla de mayor rendimiento.
- Evaluar las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas del zumo de granadilla tratada enzimáticamente.

CAPÍTULO II

HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1 Hipótesis

2.1.1 Hipótesis general

El uso de la dosis adecuada de enzima pectinolítica y temperatura óptima permitirá obtener mayor rendimiento del zumo de granadilla (*Passiflora ligularis*), sin alterar la aceptabilidad sensorial del zumo.

2.1.2 Hipótesis específicas

- La dosis óptima de enzima pectinolítica permitirá maximizar el rendimiento en la obtención del zumo de granadilla.
- La temperatura óptima de extracción maximizará el rendimiento del zumo de granadilla.
- El tratamiento enzimático influirá sobre las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas del zumo de granadilla.

2.2 Diagrama de variables

En la figura 1, se muestra el diagrama de variables tanto para las causas como los efectos para el estudio del zumo a partir de granadilla tratada enzimáticamente.

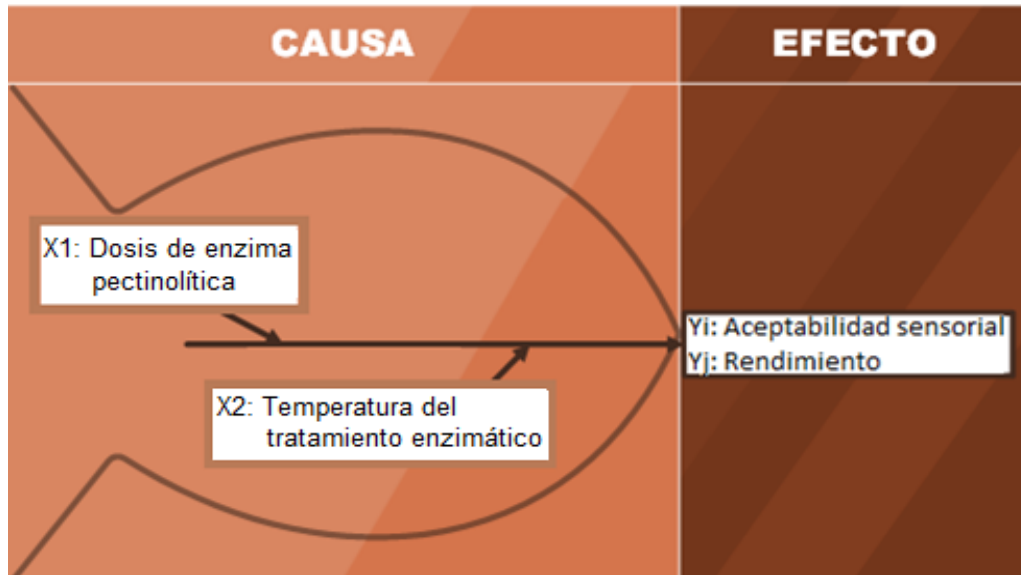


Figura 1. Diagrama de causa y efecto para las variables en estudio.
Fuente: Elaboración propia (2017)

2.3 Indicadores de variables

a) Variables independientes

- Dosis de enzima pectinolítica.
- Temperatura del tratamiento enzimático.

b) Variables dependientes

- Rendimiento.
- Aceptabilidad sensorial: color, olor, sabor y apariencia general.

2.4 Operacionalización de variables

En la tabla 1, se muestra la operacionalización de variables del presente trabajo.

Tabla 1. Operacionalización de variables

	VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES
Independiente	X ₂ = Dosis de enzima pectinolítica (Pectinex USP-L)	Son las diferentes concentraciones de enzimas que se agregaron en los diferentes tratamientos al zumo de granadilla para obtener un mayor rendimiento	<ul style="list-style-type: none"> • 0,027 ml/100 g • 0,040 ml/100 g • 0,070 ml/100 g • 0,100 ml/100 g • 0,112 ml/100 g 	Pipeta graduada de 0,5 ml.
	X ₂ = Temperatura de extracción	Son las temperaturas que se usaron en los diferentes tratamientos para maximizar su rendimiento en la obtención del zumo de granadilla	<ul style="list-style-type: none"> • 25,8 °C • 30 °C • 40 °C • 50 °C • 54,1 °C 	Termómetro.
Dependientes	Y ₁ = Rendimiento	Es la obtención máxima del zumo de granadilla tratado enzimáticamente a condiciones óptimas de dosis de enzima pectinolítica y temperatura	<ul style="list-style-type: none"> • Peso del zumo (g) 	Balanza analítica, sensibilidad 0,01.
	Y ₂ = Aceptabilidad sensorial	La aceptabilidad sensorial se realizó con ayuda de panelistas no entrenados, y fichas de evaluación.	<ul style="list-style-type: none"> • Color • Olor • Sabor • Apariencia general 	Ficha de escala hedónica

Fuente: Elaboración propia (2016)

CAPÍTULO III

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 Conceptos generales y definiciones

3.1.1 La granadilla

La granadilla es originaria de la América Tropical; se cultiva desde el Norte de Argentina hasta México. Su fruto es generalmente de color anaranjado, dorado, pardo o amarillo con pequeñas pintas claras. Con una forma algo redondeada. Tiene la cáscara lisa, dura y con un acolchonado para proteger las semillas de la pulpa. La pulpa está llena de semillas duras color negruzco, rodeadas por un aro gelatinoso, transparente, de color gris claro, con sabor acidulo aromático (Hernández y García, 2006).

En la figura 2, se muestra el fruto de granadilla en un corte transversal.



Figura 2. Fruto de granadilla (*Passiflora ligularis*)

Fuente: Cerdas y Castro (2011)

La granadilla es una planta trepadora perteneciente a la familia *Passifloraceae* originaria de los Andes, llamada popularmente granadilla o "granada de moco", conociéndose también: en quechua como Tintin, en portugués como maracuyá doce, en inglés como sweet passion fruit y en alemán como susse passion frucht, etc, y teniendo como nombre científico *Passiflora ligularis* (Hoyos, 1986).

La clasificación botánica de la granadilla (*Passiflora ligularis*), se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Clasificación botánica de la granadilla.

Reino	Vegetal
División	Angiospermae
Clase	Dicotiledónea
Subclase	Archyclamidae
Orden	Parietales
Familia	Passifloraceae
Género	Passiflora
Especie	ligularis

Fuente: Castro (1994)

3.1.2 Características de la granadilla.

El fruto es una baya de cubierta dura de forma casi esférica de 6 – 8 cm de diámetro, de color verdoso o ligeramente amarillento cuando se acerca a la maduración. El fruto posee en su interior un promedio de 200 – 250

semillas envueltas en un arilo grisáceo traslúcido, mucilaginoso y acidulado que constituye la parte comestible, las semillas están unidas a una placenta blanca que corresponde al mesocarpio del fruto. Debido a que la especie es de polinización cruzada, se presenta una alta variabilidad genética en los genotipos, que impide definir variedades en el estricto sentido de la palabra. Los productores de granadilla utilizan con preferencia un sistema de clasificación relacionado con el sitio de procedencia o sitio de cultivo:

Criolla: Fruta grande, redonda; posee un peso promedio de 124 g. pero con muy bajo contenido de pulpa.

Pecosa: Fruta mediana con bndntes puntos blnquecinos, redonda-achatada, pesa 110 g. y es relativamente pesada en relacion a su tamaño.

Valluna: Fruta mediana, alargada-oval, pesa en promedio 120 g. y tiene alto contenido de pulpa.

Urrao: Fruta grande, redonda-achatada, de corteza gruesa y con un conenido de pulpa menor que a valluna. (AREX, 2011).

De su morfología es importante resaltar las características particulares de la cáscara, compuesta por un exocarpio duro y firme, pero frágil bajo altas presiones o impactos, y un mesocarpio esponjoso, blando y húmedo, que la convierten en un empaque natural, para la protección de la pulpa comestible de la fruta (Villamizar et al., 1992).

En la figura 3, se ilustran los componentes de la fruta de granadilla (*Passiflora ligularis*).

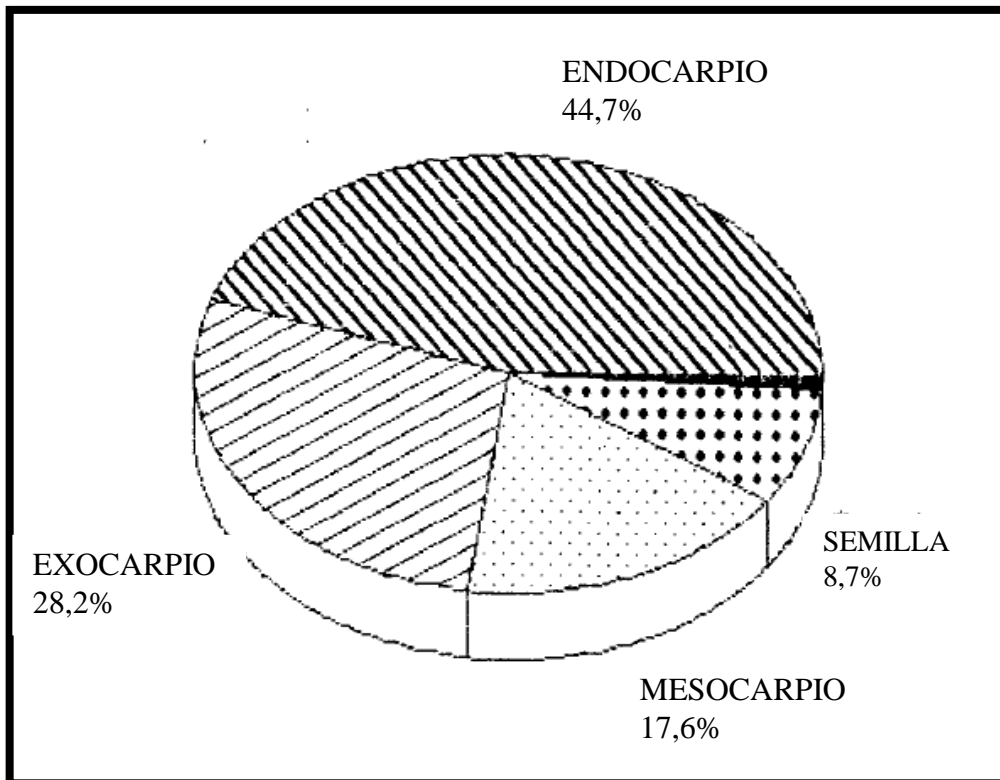


Figura 3. Componentes de la fruta de granadilla.

Fuente: Villamizar et al., (1992)

3.1.3 Propiedades de la granadilla

El principal uso es consumo en fresco, también en refrescos y helados de pulpa de granadilla que son exquisitos; el contenido de varias granadillas se licúa a poca velocidad (para que no se destruyan las semillas), posteriormente se pasa por un colador grueso que detenga las semillas y

se agrega agua y azúcar al gusto. También se preparan jalea y mermelada, opciones agro industriales que permiten emplear las frutas sanas. Entre sus principales propiedades medicinales tenemos:

- Es un diurético muy útil para el control de cálculos y malestares del sistema urinario e intestinal, depura la sangre.
- Con la cocción de flores, hojas y/o raíces se obtiene una bebida tranquilizante y relajante para dormir.
- Se le denomina como la "fruta de los niños" pues activa el timo de los infantes y los ayuda a crecer.
- Es un relajante natural. Por lo tanto, es muy beneficiosa para las personas que sufren de insomnio.
- Estimula la digestión, controla la acidez y cicatriza las úlceras estomacales.
- Tiene propiedades antioxidantes (Cerdas y Castro, 2011).

3.1.4 Composición nutricional

Esta fruta deliciosa, tiene alto contenido de fibra dietética, potasio y betacarotenos. Es una fuente de vitamina A, contribuyendo al buen funcionamiento de la visión, piel, cabello, mucosas, huesos, y sistema inmunológico. Asimismo, posee gran cantidad de vitamina C, que ayuda a la formación de colágeno, huesos, dientes y glóbulos rojos, favoreciendo la

absorción del hierro de los alimentos y la resistencia a las infecciones. Con respecto a los minerales, se encuentra en gran medida el potasio, fósforo y magnesio, su consumo necesario para los impulsos nerviosos, la actividad muscular y metabolismo energético y es excelente para las personas que tienen presión arterial alta (León, 2000).

En la tabla 3, se muestra el valor nutritivo del jugo de granadilla en 100 gramos de porción comestible.

Tabla 3. Composición nutricional de la granadilla (g/100g porción comestible).

Composición	Cantidad
Energía (kcal)	94,00
Proteínas (g)	1,10
Grasa (g)	0,09
Fibra cruda (g)	0,20
Magnesio (mg)	29,00
Sodio (mg)	28,00
Potasio (mg)	348,00
Vitamina B6	0,06
Vitamina C (mg)	20,40
Ácido fólico (mg)	20,00
Carbohidratos (total)	17,30
Cenizas (g)	0,96
Calcio (mg)	7,00
Fósforo (mg)	31,70
Hierro (mg)	0,80
Niacina (mg)	1,60

Fuente: Durán, (1900)

3.1.5 Usos de la granadilla

Según Malca (2001), la granadilla se puede consumir de diversas formas debido a sus propiedades de sabor y aroma:

- Como fruta fresca, se abre la granadilla y se come las semillas y el jugo que presenta.
- Topping para ensaladas de fruta. Al extraer el jugo de la granadilla manualmente, se baña la ensalada de fruta y queda de un sabor y aroma delicioso.
- Jugos tropicales.
- Cocteles.
- Helados.
- Yogurt.
- Mermeladas.
- Gelatinas.

Por su parte, la flor de la granadilla, debido a su alto contenido de néctar, se utiliza en la perfumería y el polen para el consumo humano. Se utiliza además como infusión para combatir el estrés, la hipertensión, etc. En algunas regiones el jugo de las hojas se utiliza para controlar la fiebre y la tifoidea (Malca, 2001).

3.1.6 Producción de fruta de granadilla en el Perú.

De acuerdo a la revista AREX (2011), la principal región productora de granadilla en el país, es la región de Pasco, principalmente Oxapampa, seguido de La Libertad, Cuzco, Cajamarca, Piura y otros, tal como se muestra en la figura 4.

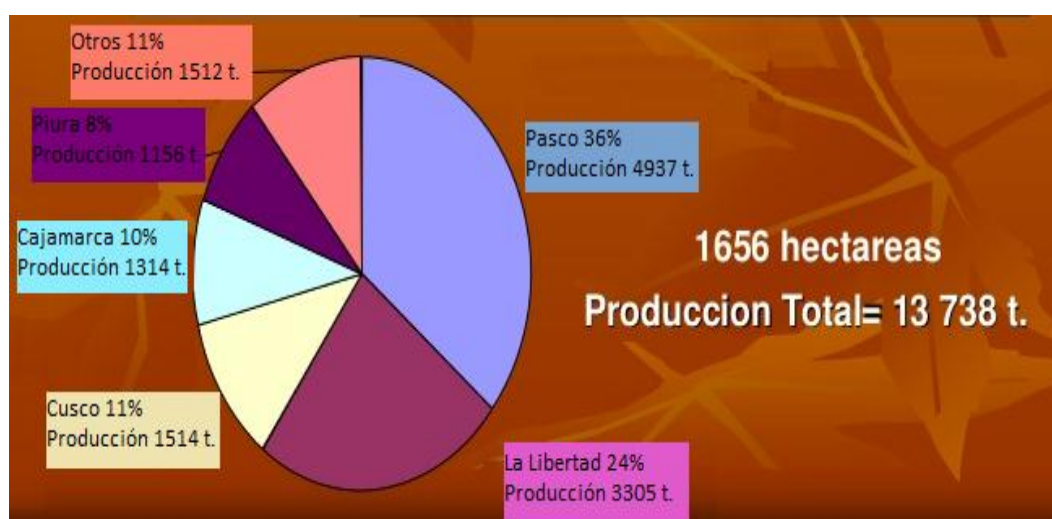


Figura 4. Principales regiones del Perú en cultivo de granadilla.

Fuente: AREX (2011)

3.1.7 Enzimas

Las enzimas son moléculas de naturaleza proteica y estructural que catalizan reacciones químicas. Son generalmente proteínas globulares que pueden presentar tamaños muy variados. Son muy eficaces como catalizadores ya que son capaces de aumentar la velocidad de las reacciones químicas mucho más que cualquier catalizador artificial

conocido, y además son altamente específicos ya que cada uno de ellos induce la transformación de un sólo tipo de sustancia y no de otras que se puedan encontrar en el medio de reacción (Fersht, 1980).

La actividad de una enzima no puede medirse en términos de su concentración ya que puede estar presente, pero en forma desnaturalizada y sin funcionalidad, por esta razón se emplea la Unidad Internacional de Actividad Enzimática, llamada Katal, definido como la cantidad de actividad enzimática necesaria para convertir 1 mol de producto por segundo (Wiseman, 1985).

3.1.8 Factores que afectan la actividad enzimática

Diferentes factores ambientales pueden afectar a la actividad enzimática. Se destaca dos: el pH y la temperatura.

Efecto del pH

La mayoría de las enzimas presentan un pH óptimo para el cual su actividad es máxima; por encima o por debajo de ese pH la actividad disminuye bruscamente. Este efecto se debe a que, al ser las enzimas de naturaleza proteica, al igual que otras proteínas, se desnaturalizan y pierden su actividad si el pH varía más allá de unos límites estrechos. De

ahí la conocida importancia biológica de los sistemas tampón. En la mayor parte de los casos el pH óptimo está próximo a la neutralidad (Fersht, 1980).

Efecto de la temperatura

Al igual que ocurre con la mayoría de las reacciones químicas, la velocidad de las reacciones catalizadas por enzimas se incrementa con la temperatura. La variación de la actividad enzimática con la temperatura es diferente de unas enzimas a otras en función de la barrera de energía de activación de la reacción catalizada (Fersht, 1980).

3.1.9 Reología en la industria alimentaria

La reología de alimentos es el estudio de la deformación y flujo de materias primas, productos intermedios y productos terminados en la industria de alimentos, adquiriendo varias aplicaciones en los campos de la aceptabilidad, diseño de equipos, procesamiento y manejo de alimentos. En reología el parámetro más característico se conoce como viscosidad, que mide la resistencia interna que un líquido ofrece al movimiento relativo de sus distintas partes. Se tienen algunas definiciones:

- Viscosidad: propiedad de los fluidos que tiende a oponerse al flujo cuando se le aplica fuerza, cuanto más alta sea la viscosidad de un fluido mayor resistencia interna al flujo opondrá.

- Velocidad de corte: Es la velocidad relativa de una lámina moviéndose junto a otra dividida por la distancia entre ellas.
- Esfuerzo de corte: Es la fuerza por unidad de superficie requerida para mover un fluido a una velocidad de corte dada. Es decir, la fuerza mínima necesaria para mover un fluido.
- Coeficiente de consistencia (m): Es el factor de consistencia del flujo laminar. Se puede describir de forma idéntica al concepto de viscosidad plástica dado que un aumento de (m) indica un aumento en la concentración de sólidos o disminución del tamaño de las partículas; es decir, si el valor de (m) es alto, el flujo es más viscoso y viceversa.
- Índice reológico (n): Es la relación numérica entre el esfuerzo de corte y la velocidad de corte, es la medida de la no-newtonianidad del flujo, entre más alejado de la unidad sea el valor de n , más no-newtoniano es el comportamiento de flujo.

Son índices actuales de control de calidad. Conducen a relacionar la consistencia con la aceptabilidad de los alimentos por medidas físicas. Desde el punto de vista del proceso resulta necesario una adecuada caracterización reológica del producto (Guerrero, 2008).

En la tabla 4, se muestra las características reológicas de algunos alimentos.

Tabla 4. Características reológicas en algunos alimentos

Tipo de Flujo	Índice de consistencia	Índice de comportamiento al flujo	Umbral de fluencia	Ejemplo
Newtoniano	Viscosidad $\mu > 0$	$n = 1$	$c = 0$	Leche, zumos clarificados. Aceites vegetales, agua, miel.
Seudo plástico	Índice de cons. $k > 0$	$0 < n < 1$	$c = 0$	Zumos concentrados, purés. Pulpas de frutas, crema de leche, clara de huevo.
Dilatante	Índice de cons. $k > 0$	$1 < n < \infty$	$c = 0$	Mantequilla de cacahuete, algunos tipos de miel, almidón. Pasta de salchichas.
Plástico de Bingham	Plasticidad constante $k > 0$	$n = 1$	$c > 0$	Aderezos de ensalada. Pasta de tomate. Chocolate fundido.
Tipo mixto	Índice de cons. $k > 0$	$0 < n < 1$	$c > 0$	Mermelada. Jalea.

Fuente: Guerrero, (2008)

3.1.10 Evaluación sensorial de los alimentos

La evaluación sensorial se define como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído” (Espinoza, 2003).

Según Hernández (2005), la evaluación sensorial es la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo a las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume. Es necesario tener en cuenta que esas percepciones dependen del individuo, del espacio y del tiempo principalmente.

Las pruebas sensoriales se clasifican en dos grandes grupos, el primero está constituido por pruebas analíticas, las cuales se ejecutan bajo condiciones controladas de un laboratorio y con jueces entrenados. El segundo grupo está integrado por pruebas efectivas que se realizan con consumidores (personas no entrenados en técnicas sensoriales) y en condiciones que no le sean ajenas o extrañas para utilizar o consumir el alimento en estudio (Hernández, 2005). En la tabla 5, se presentan los métodos de la evaluación sensorial.

Tabla 5. Clasificación de los métodos de evaluación sensorial.

MÉTODOS ANALÍTICOS (de laboratorio)		
A. Sensitivo	B. Cuantitativo	C. Sensitivo
1. Discriminación o diferenciación	1. Gradientes o escalas	1. Análisis descriptivo
a) Comparación por pares	a) Ordenación	a) Perfil del sabor
b) Dúo- trio	b) Intervalos	b) Perfil de la textura
c) Dúo estándar	e) Proporción o estimación por magnitudes	c) Perfil por dilución
d) Triangular		e) Análisis descriptivo cuantitativo
e) Prueba de comparación múltiple		f) Desvío de la referencia
f) Prueba de diferenciación entre varias muestras		
2. Umbral	2. Duración	
g) Método de límites	a) Tiempo-intensidad	
h) Ajuste o error medio.		
i) Frecuencia o estímulo constante.		
MÉTODOS AFECTIVOS (de consumidor)		
A. Aceptación	B. Preferencia	C. Hedónico
Aceptación/rechazo cuando no hay opciones	Selección entre dos o más opciones	Nivel de agrado (grado de gustar o disgustar)

Fuente: Espinoza (2003)

3.2 Enfoques teóricos – técnicos

3.2.1 Zumo de fruta

Según el CODEX STAN 247-2005, se entiende por zumo (jugo) de fruta al líquido sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o frutas que se han mantenido en buen estado por procedimientos adecuados, inclusive por tratamientos de superficie aplicados después de la cosecha de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Comisión del Codex Alimentarius.

Los zumos (jugos) se preparan mediante procedimientos adecuados que mantienen las características físicas, químicas, organolépticas y nutricionales esenciales de los zumos (jugos) de la fruta que proceden. Podrán ser turbios o claros y podrán contener componentes restablecidos de sustancias aromáticas y aromatizantes volátiles, elementos todos ellos que deberán obtenerse por procedimientos físicos adecuados y que deberán proceder del mismo tipo de fruta. Podrán añadirse pulpa y células obtenidas por procedimientos físicos adecuados del mismo tipo de fruta (CODEX STAN, 2005).

Un zumo (jugo) de un solo tipo, es el que se obtiene de un solo tipo de fruta. Un zumo (jugo) mixto, es el que se obtiene mezclando dos o más zumos (jugos), o zumos (jugos) y purés de diferentes tipos de frutas (CODEX STAN, 2005).

3.2.2 Empleo de las enzimas en la producción industrial

Según Cortez (2004), las enzimas convierten los procesos más eficientes y menos costosos, ya que tienen un alto grado de especificidad y adaptabilidad en condiciones moderadas de trabajo, obteniendo menos subproductos indeseados, además inducen a mayor capacidad de planta con un incremento en el rendimiento del producto. Asimismo, mejora las propiedades deseables obteniendo un producto de calidad como el jarabe de alta concentración de fructosa. También, se logra mayor material procesado con el mismo equipo y menos consumo de energía que significa ahorro en costos.

En la tabla 6, se muestra el uso de enzimas en la industria de alimentos, tales como amilasas, celulasas, invertasas, glucanasas, enzimas proteolíticas y enzimas pécticas, entre otras.

Tabla 6. Aplicación industrial de las enzimas.

INDUSTRIA	ENZIMAS	ACCIÓN
Bebidas no alcohólicas	-Pectinasas -Glucosa-isomerasa -Tannasa	Mejoran la clarificación de jugos. Conversión de la glucosa en fructosa. Aumenta la solubilidad y disminuye la turbidez del té.
	-Glucosa-oxidasa	Evita el oscurecimiento y los sabores desagradables.
Cárnicas	-Papaína -Fiscina bromelina	Ablandamiento de carnes. Producción de hidrolizados.
	-Amilasa proteasa -Lipoxidasa -Lactasa	Mejora la calidad del pan. Disminuye la viscosidad de la pasta. Produce una miga muy blanca, mejora la coloración de la superficie.
Cervecería	-Amilasas -Papaína -Pepsina	Usadas para licuar la pasta de malta. Evitan la turbidez durante la conservación de ciertos productos.
Vinificación	Pectinasas Glucosa-oxidasa	Mejoran la clarificación y extracción de jugos. Evitan el oscurecimiento y los sabores desagradables.
Láctea	Tripsina. Lactasa	Enmascara el gusto a óxido. Fabricación de leche deslactosada, evita la cristalización de leche concentrada.

Fuente: Flanzky (2000)

Además, Flanzky (2000) señala que “determinadas preparaciones enzimáticas generan rendimientos mayores del 5 al 15% en la producción que en aquellos en los que no se aplican enzimas”.

3.2.3 Aplicación de las enzimas tipo pectinolíticas en la obtención de zumos o jugos de frutas.

Las enzimas pectinolíticas o pectinasas tienen aplicaciones en la industria de alimentos que corresponden a un 25% de las ventas globales de enzimas de grado alimenticio. Ellas tienen la capacidad de degradar pectinas (polisacáridos complejos presentes en los tejidos vegetales) en moléculas más simples como el ácido D-galacturónico (Rojas, 2009).

El empleo de enzimas pectinolíticas tiene muchas ventajas:

- Son de origen natural y por lo tanto no deben ser tóxicas.
- Son muy específicas en su manera de actuar, por lo que no propician reacciones secundarias indeseables.
- Funcionan en condiciones moderadas de temperatura y pH y no requieren de condiciones de procesamiento drásticas que puedan alterar la naturaleza del alimento, ni de equipos muy costosos.
- Actúan a bajas concentraciones.
- Su velocidad puede ser controlada al ajustar el pH, la temperatura y la concentración de enzimas.
- Son fácilmente inactivadas una vez alcanzado el grado de transformación deseado (Rojas, 2009).

De acuerdo con Sreenath (1994), los tratamientos enzimáticos conllevan a una extensa degradación de pectinas y celulosas que conforman las paredes celulares de la fruta. La despectinización completa, asegura una buena clarificación y filtración de los zumos, así como una buena estabilidad en los concentrados producidos, ya que no se presenta precipitación por pectinas o gomas, además impedir la gelatinización durante el proceso de almacenamiento.

Actualmente se están usando pectinasas en la industria de procesamiento de frutas ya que no sólo facilita el prensado sino también asegura la mayor calidad posible en los productos tratados. Estas enzimas ayudan al ablandamiento de los tejidos y a la liberación de compuestos atrapados en las células.

3.2.4 Comportamiento de la pectina en la industria de zumos de fruta.

La pectina es un carbohidrato vegetal complejo que forma parte de las células, y también se encuentra dentro de ellas. En contacto con los líquidos, la pectina tiene la capacidad de absorber agua y formar gel, utilizándose esta propiedad en la industria de las mermeladas. Numerosos microorganismos producen pectinasas, que son enzimas que degradan la pectina. Como la pectina forma parte de la pared vegetal y de la lamela

mediana entre las células adyacentes, su degradación favorece la descomposición natural de los vegetales (Malajovich, 1993).

En la producción industrial de jugos de frutas y vegetales, la pectina debe ser eliminada debido a su capacidad de retener líquidos y enturbiar el producto. Por su acción pectinolítica, las pectinasas liberan el jugo retenido en la pectina de las paredes celulares vegetales, aumentando el rendimiento de extracción del jugo y mejorando su calidad. También facilitan la clarificación de vinos y cervezas (Malajovich, 1993).

3.2.5 Pectinex Ultra SP-L

Novozymes (2008), señala “Pectinex Ultra SP-L” es una pectinasa, producida por una cepa (*Aspergillus aculeatus*), mediante fermentación sumergida de este microorganismo. Esta enzima contiene principalmente poligalacturonasa, pectin-transeliminasa, pectinestearasa y hemicelulasas, siendo capaz de romper sustancias pécticas vegetales”.

La textura de las frutas y las verduras se debe a la presencia de pectinas que actúan como parte de la pared celular, por lo que la acción de las pectinasas altera las características de estos alimentos, asimilando la pectina, la cual químicamente, es un polisacárido compuesto de una

cadena lineal de moléculas de ácido D-galacturónico, las que unidas constituyen el ácido poligalacturónico.

La cadena principal que conforma la pectina puede contener regiones con muchas ramificaciones o cadenas laterales, denominadas “regiones densas”, y regiones con pocas cadenas laterales llamadas “regiones lisas”.

3.2.6 Efectos de Pectinex Ultra SP-L sobre la pectina

La industria de jugos de frutas, deben sus problemas de viscosidad y turbiedad en la clarificación de los jugos a las pectinas en suspensión que se liberan de sus tejidos en el proceso de extracción del jugo, aquí la acción de Pectinex Ultra SP-L, causa hidrólisis, desesterificación y desestabilización de los coloides, provocando su precipitación y eliminación de estos problemas.

Pectinex Ultra SP-L, rompe el enlace glucosídico α (1,4) de las pectinas por una acción que se puede llevar a cabo tanto en el interior del polímero (endo) como a partir de los extremos (exo) (León y Rosero, 2009)

En la figura 5, se observa el punto de unión química de la pectina que se rompe por acción de las enzimas.

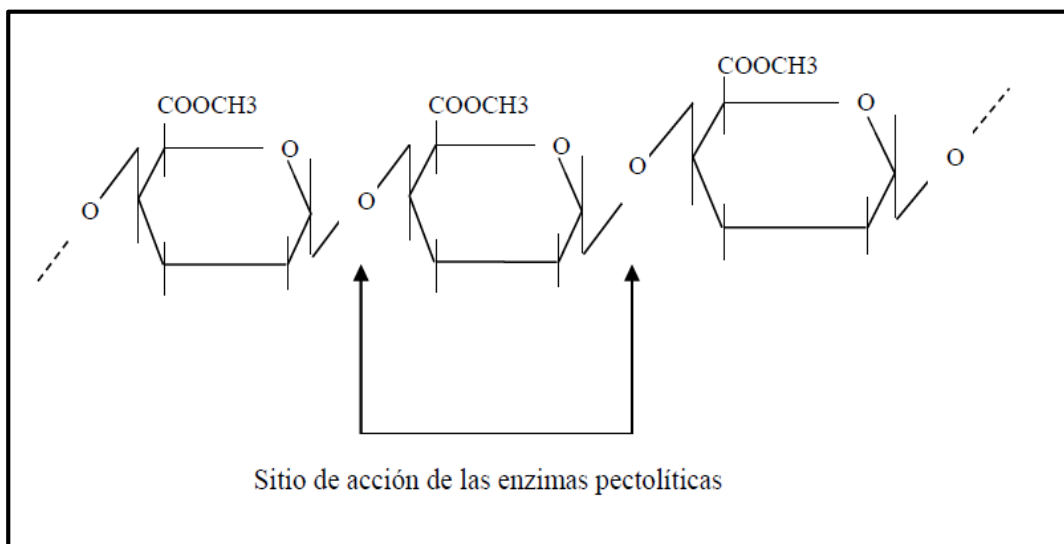


Figura 5. Porción de una molécula de la pectina.

Fuente: Elaboración propia, (2017)

3.3 Marco referencial

Flores (2012), evaluó la acción enzimática de Pectinex Ultra SP-L en tres tiempos de incubación y dos diluciones para obtención de jugo clarificado de tamarindo (*Tamarindus indica L.*). Se utilizó dos proporciones de agua: pulpa (13:1 y 21:1) inoculadas con Pectinex® (0,1%) en 0, 2, 2,5 y 3 horas de incubación. Posteriormente, se utilizaron dos proporciones de agua: pulpa (3:1 y 7:1) e incubación de 0 y 3 horas. Se realizaron análisis físico-químicos (pH, °Brix, viscosidad, color, turbidez, fenoles totales, rendimiento), análisis sensorial y de costos. Los tratamientos de mayor concentración de pulpa y 3 horas de incubación, resultaron con la mayor extracción de rendimiento de jugo. Existió un incremento promedio de 5 y

10,5% en el rendimiento de jugo obtenido con tratamiento enzimático en cada fase respectivamente. La turbidez, pH, °Brix y color se vieron afectados por la dilución.

De la misma manera Cardona (2005), evaluó la extracción enzimática y análisis cualitativo del jugo de açai (*Euterpe oleracea Mart*), teniendo como objetivo incrementar el porcentaje de extracción de jugo. Se utilizaron tratamientos de celulasa (C), pectinasa (P), una combinación de ambas (PC) y un testigo (B) de pulpa de açai, a temperaturas de 25 a 37 °C.

Los tratamientos enzimáticos tuvieron un efecto directo en la extracción de jugo. El incremento en extracción de jugo tuvo una tendencia logarítmica porque al duplicar la dosis de tiempo y concentración enzimática, el porcentaje de jugo extraído no aumentó a la misma tasa. La aplicación de celulasa a 50 U/ml (unidades de enzima por mililitro de disolución) durante 4 horas produjo el mayor porcentaje de jugo (33,64%) sin dañar la capacidad antioxidante o el color de las muestras.

León y Rosero (2009), evaluaron el uso de enzimas y la técnica de micro filtración tangencial para obtener jugo clarificado de uvilla (*Physalis peruviana. L.*) que reúna características físicas, químicas y organolépticas de calidad. Se evaluó el tipo y mezcla de dos tipos de enzimas (pectinasa

+ amilasa), pectinasa comercialmente llamada Pectinex Ultra SP-L y amilasa comercialmente llamada Termamyl 120 L, Type L, evaluando tres combinaciones de mezcla (25% pectinasa + 75% amilasa, 50% pectinasa + 50% amilasa y 75% pectinasa + 25% amilasa), así también se evaluó tres porcentajes de la mezcla de enzimas a utilizar en el jugo (0,025% 0,030% y 0,035%). Se utilizó el mejor tratamiento para la microfiltración, utilizando una membrana de 0,2 μ m de diámetro con una temperatura constante de trabajo de 30°C la cual permitió conservar las características organolépticas de la fruta.

Una vez realizado el análisis estadístico correspondiente para cada una de las fases se pudo identificar como mejor tratamiento el T5 (mezcla de 50% pectinasa + 50 % amilasa, agregado en un porcentaje del 0,030 % en relación al volumen del jugo) y para la presión de trabajo del equipo de microfiltración tangencial, fue a (2,5 bar), y por presentar el valor más bajo de viscosidad que fue de 49,733 cps.

Martínes, A., Hernadez, M., y Sandobal, J., (2016), evaluaron la utilización de la enzima Pectinas Ultra SP-L en la extracción de jugo de camu camu (*Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh*) a partir de su pulpa. El experimento se desarrolló a una temperatura de 45°C, durante un tiempo de 2 h y bajo dos concentraciones de enzimas (400 y 800 ppm). Los

resultados en los experimentos con enzimas mostraron ventajas en cuanto a rendimiento, turbidez y concentración de sólidos solubles en relación al experimento control. La cuantificación de ácidos orgánicos no reportó diferencias entre los tratamientos. La enzima pectinasa permitió un incremento en el rendimiento del jugo obtenido y una notable mejora en la clarificación del mismo.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo de investigación

El presente trabajo fue de tipo experimental.

4.2 Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se realizó en los siguientes lugares y ambientes:

- El análisis fisicoquímico de la granadilla y el tratamiento enzimático del zumo de granadilla se realizó en el laboratorio de la Escuela de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la UNJBG.
- La incubación y determinación del mejor tratamiento de enzima para adicionar e hidrolizar la pulpa de granadilla y de temperaturas óptimas se realizaron, en el laboratorio de operaciones unitarias de la Escuela de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la UNJBG.

4.3 Población y muestra

En el presente trabajo la unidad de estudio fue el zumo de granadilla (*Passiflora ligularis*), procesada enzimáticamente, las mismas que estuvieron en conservación a temperatura de refrigeración (5°C) para cuando se realizaron las pruebas fisicoquímicas y sensoriales.

La muestra fue conformada por las combinaciones de los niveles de los factores: concentración de enzima y temperatura, de acuerdo al diseño Central Compuesto Rotable, cada factor con 5 niveles, como se muestran en las tablas 7 y 8.

Tabla 7. Niveles de los factores de las variables independientes.

Variable	Niveles					Unidad
	$-\infty$	-1	0	+1	∞	
X1: Concentración de enzimas pectinolíticas (Pectinex USP-L)	0,02	0,04	0,07	0,1	0,11	ml/100 g *
Variable	Niveles					Unidad
X2: Temperaturas	$-\infty$	-1	0	+1	∞	°C
	25,85	30	40	50	54,14	

*Asumiendo como base 100 g de pulpa de granadilla.

Fuente: Elaboración propia (2017)

Tabla 8. Diseño de tratamientos para Central Compuesto Rotable.

Tratamientos	Valores Codificados		Valores Reales*	
	Concentración	temperatura	Concentración	temperatura
T1	-1	-1	0,04	30
T2	+1	-1	0,10	30
T3	-1	+1	0,04	50
T4	+1	+1	0,10	50
T5	$-\infty$	0	0,02	40
T6	$+\infty$	0	0,11	40
T7	0	$-\infty$	0,07	25,85
T8	0	$+\infty$	0,07	54,14
T9	0	0	0,07	40
T10	0	0	0,07	40
T11	0	0	0,07	40
T12	0	0	0,07	40

* Asumiendo como base 100 g de pulpa de granadilla.

Fuente: Elaboración propia (2016)

4.4 Materiales y métodos

4.4.1 Materia prima e insumos

- Fruta: Granadilla de la variedad criolla, que se adquirió en el centro de abasto mayorista “Mercado 2 de Mayo” de la localidad de Tacna, procedente de la provincia de Oxapampa de la región Pasco.
- Enzima: Pectinex USP-L (pectinasa), adquirido en la ciudad de Lima.

4.4.2 Materiales

- Cápsulas de porcelana.
- Crisoles de porcelana.

- Colador de malla metálica.
- Baguetas de vidrio.
- Buretas de 10, 25 y 50 ml.
- Desecador de vidrio TESTED FOR. 294 Kpa.
- Embudos de vidrio.
- Espátulas.
- Fiola de 250; 500; 1000 ml.
- Lunas de reloj.
- Matraces erlenmeyer de 100; 250 y 500 ml.
- Matraz de kitasato de 250 y 500ml.
- Papel filtro whatman N°20.
- Pera de decantación de 500 ml.
- Piceta de 250 ml.
- Pinzas.
- Pipeta 0,5 ml.
- Placas petri.
- Probetas volumétricas de 50; 100 y 250 ml.
- Refractómetro ABBÉ, made in Poland (20°C) RL3.
- Rejillas metálicas.
- Soporte universal.
- Tabla de picar.

- Termómetro de mercurio (0 a 100°C).
- Tubos de ensayo de plástico con tapa rosca.
- Vasos precipitados 50, 100, 250 ml.

4.4.3 Equipos

- Cabina extractora de gases y humos EXTRACTOR CEX-180, flujos de 80 a 100 pies por minuto, Colombia.
- Balanza analítica ENELADAM AJ 150, máximo 210 g sensibilidad 0,0001 USA.
- Balanza digital OHAUS I5S, cap. 2000 g sensibilidad 0,01 USA.
- Baño maría GESELISCHAFT FUR, Alemania.
- Estufa marca MEMMERT, rango de temperatura +30 a +220 °C.
- Equipo Kjeldahl.
- Equipo extractor de grasa soxhlet.
- Hornilla eléctrica VISSIONEER (5 niveles).
- Mufla marca THERMOLYNE, rango temperatura 0 -1200 °C, USA.
- Potenciómetro HANNA, rango de temperatura de -20 a 120 °C. USA.
- Viscosímetro rotacional BROOKFIELD modelo LVT, USA.

4.4.4 Reactivos

- Ácido bórico al 4%.

- Ácido clorhídrico (1:3) al 35%.
- Ácido oxálico 2%.
- Ácido ascórbico.
- Ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 1,25% densidad 1,820 - 1,830.
- Ácido cítrico.
- Ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado.
- Agua destilada.
- Agua potable.
- Alcohol 96°.
- Catalizador sulfato de cobre - sulfato de potasio (9:1).
- Éter de petróleo.
- Fenolftaleína.
- Hidróxido de sodio NaOH al 50%; 0,1 N; 0,05 N.
- Indicador verde bromocresol.
- Indicador rojo de metilo al 0,2%.
- 2,6-diclorofenolindofenol.

4.5 Diseño procedimental

Para el estudio de obtención de zumo de granadilla mediante tratamiento enzimático se siguió el siguiente diseño de investigación de tipo experimental que se muestra en la figura 6.

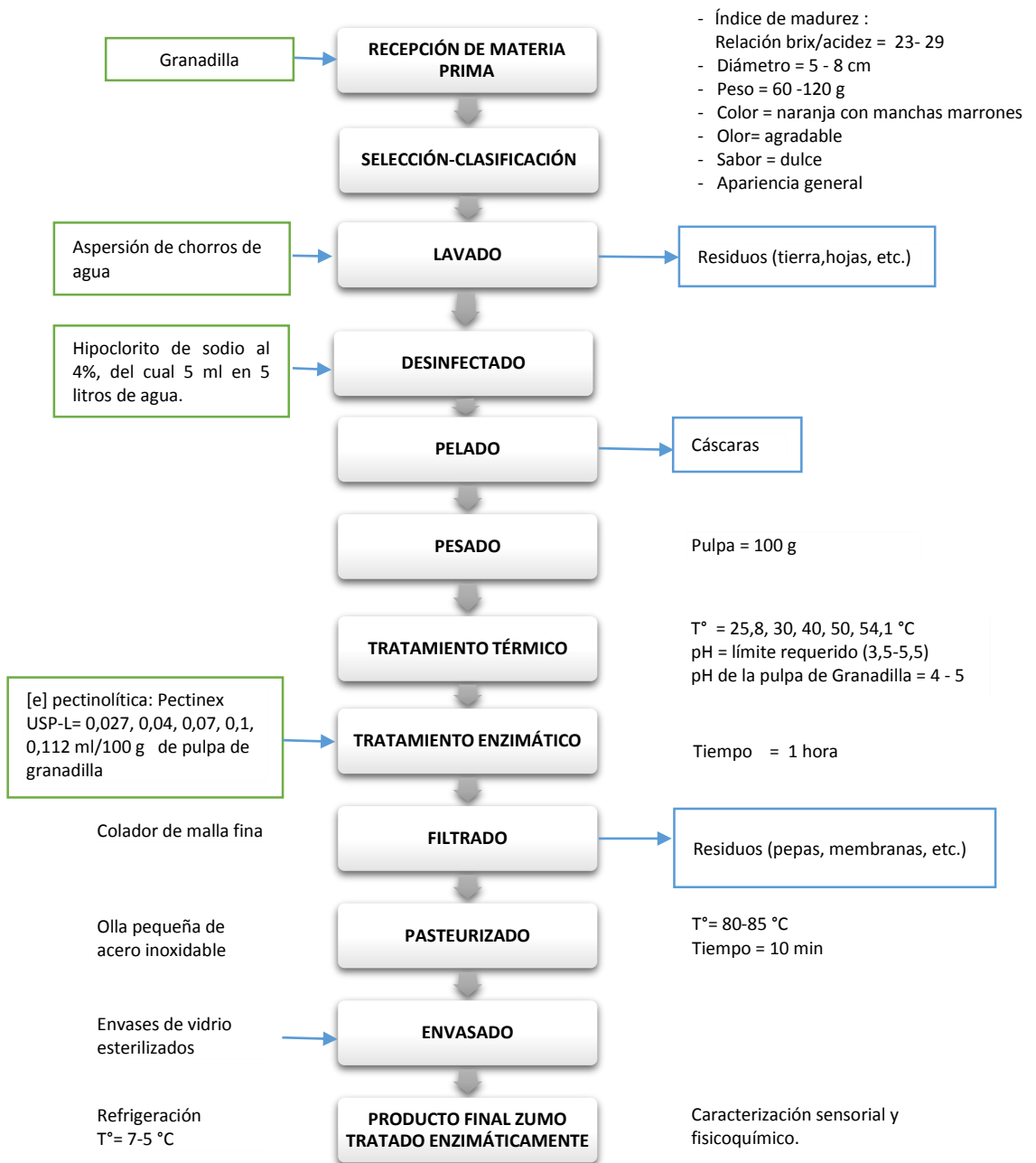


Figura 6. Diseño del flujo experimental para la obtención de zumo de granadilla mediante tratamiento enzimático.

Fuente: Elaboración propia (2016)

4.6 Descripción del flujograma para la obtención de zumo de granadilla mediante tratamiento enzimático.

a) Recepción de materia prima

La materia prima se adquirió en el centro de abasto mayorista “2 de Mayo - Tacna”, procedente de Oxapampa - Pasco. Para la investigación se utilizó 15 kg de granadilla de la variedad criolla, posteriormente se revisaron una a una para clasificarlas de acuerdo al grado de madurez que presente la fruta y así tener un mejor control.

b) Selección y clasificación

La granadilla fue inspeccionada y seleccionada de acuerdo a la madurez fisiológicamente determinada entre 23 y 29, color anaranjado (al menos $\frac{3}{4}$ partes de la totalidad), grados Brix (se estableció un rango de 12 a 16 °Brix). Se utilizaron solamente frutas en buen estado para los tratamientos de la investigación.

c) Lavado

La granadilla fue sometida a un lavado enérgico con abundante agua con el fin de eliminar suciedad o restos de tierra adheridos a la superficie de la fruta.

d) Desinfectado

Se realizó sumergiendo la fruta en una solución proveniente de hipoclorito de sodio al 4% del cual se utilizó 5 ml en 5 litros de agua, para garantizar la reducción de la carga microbiana.

e) Pelado

El pelado de la granadilla se realizó de forma manual, utilizando cuchillos y cucharas para obtener el arilo o pulpa y jugo de granadilla.

f) Pesado

Para el pesado del arilo o pulpa y jugo de granadilla se utilizó balanza digital de 0,01 de sensibilidad, este proceso es importante para determinar el rendimiento que se puede obtener de la fruta.

g) Tratamiento térmico

Se ajustó la temperatura del baño maría a cada tratamiento, es decir, a las muestras de pulpa o arilos y jugo de granadilla tal como se observa en la tabla 9.

Tabla 9. Concentración y temperatura para los diferentes tratamientos de la extracción enzimática del zumo de granadilla.

Tratamientos	Concentración de enzima (ml/100g)	Temperatura °C
T1	0,04	30
T2	0,10	30
T3	0,04	50
T4	0,10	50
T5	0,02	40
T6	0,11	40
T7	0,07	25,8
T8	0,07	54,1
T9	0,07	40
T10	0,07	40
T11	0,07	40
T12	0,07	40

Fuente: Elaboración propia (2017)

h) Tratamiento enzimático

Se agregó las enzimas en la pulpa de granadilla bajo las siguientes condiciones: se realizaron un total de 12 tratamientos, donde en cada uno de ellos se probaron 5 diferentes concentraciones de enzima Pectinex USP-L (0,02, 0,04, 0,07, 0,1, 0,11 ml/100g de pulpa respectivamente) a 5 diferentes temperaturas (25,8, 30, 40 ,50, 54,1 °C) por un tiempo máximo de 1 hora, para finalmente evaluar el rendimiento.

i) Filtrado

En este proceso se utilizó colador de malla metálica de 2 mm, con el fin de separar las semillas del zumo de granadilla.

j) Pasteurizado

Obtenido el jugo después del tratamiento enzimático, fue pasteurizado a una temperatura de 80 a 85 °C durante 10 minutos, para este proceso se utilizó una olla de acero inoxidable.

Esta operación sirvió para eliminar la carga microbiana, el aire y las espumas que se acumulan en la superficie del zumo o jugo.

k) Envasado

El envasado del jugo o zumo se realizó en envase de vidrio, limpio y esterilizado con agua hirviendo. El envase se llenó totalmente cuando el zumo de granadilla estuvo a una temperatura mínima de 80°C, luego se cerró rápidamente en forma hermética.

Los envases llenos fueron colocados en forma invertida por 5 minutos antes de ser enfriados; al culminar el tiempo se enfrió rápidamente con baño maría en hielo hasta temperatura ambiente.

l) Producto final

Se obtuvo un producto final, el zumo de granadilla tratado enzimáticamente, el cual se conservó en refrigeración a una temperatura entre 5 a 7 °C.

4.7 Métodos de análisis

Se realizaron los siguientes análisis:

- a) Métodos de análisis fisicoquímicos para la materia prima según NTP 2009. 203.110. Jugos, néctares y bebidas de fruta. (Anexo 9).
- Determinación del índice de madurez: se obtiene por la relación del contenido de sólidos solubles del jugo y acidez titulable del mismo jugo (Melgarejo 2015).
 - Ceniza: (Método Gravimétrico). Oficial Methods of Análisis AOAC 15th Edition, 1990. Determinado por calcinación de muestra en una mufla a 600 °C, durante 2 horas aproximadamente.
 - Humedad: (método de la estufa de aire). A.O.A.C. 15th Edition, 1990. Determinado por diferencia de peso, secando la muestra en estufa a 105 °C hasta peso constante.
 - Proteína: (método Kjeldahl). Método Oficial AOAC 2001.11. Utilizando el factor 6,25.

- Grasas: (método Soxhlet). 12.1.07 (A.O.A C. 2000). Utilizando como solvente éter de petróleo.
- Sólidos solubles: (Indirecto por refractometría). AOAC 983.17 en 12143, (1997).
- Acidez titulable: (método A.O.A.C. 2000). 939.05.
- Determinación del pH: (método potenciométrico). A.O.A.C, 2000.
- Vitamina C: (método de Tillmans). A.O.A.C., 2001.1. Titulación con el indicador redox 2,6–diclorofenolindofenol.
- Determinación de la pectina: (método de hidrólisis ácida) 1995. Utilizando ácido cítrico, agua destilada y la muestra hasta un pH de 2,0 pasando por una evaporación y filtrado, para luego pasar a una precipitación con alcohol a 96°, se filtra y finalmente se seca para obtener la pectina.

b) Métodos de análisis fisicoquímico para el producto optimizado

- Humedad: (método de la estufa de aire). A.O.A.C. 15th Edition, 1990.
- Proteína: (método Kjeldahl). Método Oficial AOAC 2001.11.
- Ceniza: (método Gravimétrico). Oficial Methods of Análisis.
- Determinación de sólidos solubles: (indirecto por refractometría). AOAC 983.17 en 12143, (1997).
- Determinación de la acidez titulable: (método A.O.A.C. 2000 939.05).

- Determinación del pH: (método potenciométrico). A.O.A.C, 2000.
- Determinación de la pectina: (método de hidrólisis ácida). 1995.
- Viscosidad aparente: (método Brookfield). 2013.
- Determinación de la vitamina C: (método de Tillmans). A.O.A.C., 2001.11.

c) Análisis microbiológico

- Recuento total de coliformes: NTS N°071- MINSA/DIGESA-V.01.
- Hongos y levaduras: NTS N°071- MINSA/DIGESA-V.01.

d) Análisis sensorial del producto final

- Aceptabilidad sensorial: color, olor, sabor y apariencia general, según método afectivo (de consumidor), escala hedónica. Ver anexo 2.

e) Balance de materia para el producto final

Se realizó los controles de peso en cada una de las etapas de proceso, determinando así el rendimiento del producto final respecto al peso inicial de la materia prima.

CAPÍTULO V

TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Técnicas aplicadas en la recolección de la información

En el presente trabajo, los datos fueron obtenidos directamente de los instrumentos utilizados a nivel de laboratorio de los diferentes análisis que se realizaron.

5.1.1 Análisis de datos

Los resultados obtenidos se analizaron con el programa MICROSOFT EXCEL 2010, utilizando el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de F a un nivel de significación de 5 y 1 % y el análisis de regresión para determinar si existía diferencia estadísticamente significativa entre el porcentaje de extracción de los diferentes tratamientos de zumo de granadilla tratada enzimáticamente.

5.2 Resultados

5.2.1 Estudios preliminares

Con la finalidad de evaluar los principales factores y niveles que influyen en la extracción enzimática de zumo de granadilla, primero se procedió a

determinar la proporción en peso de los componentes de la fruta, específicamente del contenido de pulpa, posteriormente se evaluó la influencia de la enzima pectinolítica comercial en la pulpa. Se tomaron referencias de los antecedentes encontrados y de la ficha técnica de la enzima mostrada en el anexo 8.

5.2.2. Componentes de la fruta de granadilla.

En la tabla 10, se muestra los diferentes componentes de la fruta de granadilla en peso (g).

Tabla 10. Proporción en peso de los componentes de la fruta de granadilla.

Componentes	Muestras de fruta de granadilla					Peso promedio (g)	Porcentaje (%)
	1	2	3	4	5		
Cáscara (exocarpio)	252	255	260	235	277	255,8	25,6
Corteza blanca y esponjosa (mesocarpio)	153	163	150,6	161	157	158	15,8
Pulpa (endocarpio)	493	483	480,9	497	479	488,2	48,8
Semillas	102	99	90,5	107	87	98	9,8
Total	1000	1000	1000	1000	1000	1000	100

Fuente: Elaboración propia (2017)

En la tabla 10, se observa que la parte comestible o pulpa (endocarpio), corresponde a un 48,8% de la fruta. El resto corresponde a semillas 9,8%, corteza blanca y esponjosa (mesocarpio) 15,8% y cáscara (exocarpio) de 25,6% respectivamente.

5.2.3 Análisis fisicoquímico de la materia prima.

Los resultados del análisis fisicoquímico de la materia prima, los mismos que se realizaron por duplicado, se muestran en la tabla 11.

Tabla 11. Resultados de la composición proximal en 100 gramos de pulpa de granadilla.

Composición	Resultados
Índice de madurez	28,91
Humedad (g)	88,31
Proteína (g)	1,27
Grasas (g)	2,00
Carbohidratos (g)	7,62
Acidez titulable (% ácido cítrico)	0,46
Vitamina C (mg)	35,20
Cenizas (g)	0,80
Sólidos solubles (°Brix)	13,30
Ph	4,56
Pectina (% de pectato de calcio)	0,56

Fuente: Elaboración propia (2017)

5.2.4 Rendimiento en los tratamientos de extracción enzimática del zumo de granadilla.

Para determinar el rendimiento del zumo de granadilla tratado enzimáticamente, se consideraron las variables concentración de enzimas y temperatura de extracción. En la tabla 12 se muestran los resultados experimentales:

Tabla 12. Resultado experimental según el diseño Central Compuesto Rotable para la variable respuesta rendimiento de la obtención enzimática de zumo de granadilla.

Tratamientos	Enzimas (ml/100g)	Temperatura (°C)	Rendimiento (%)
T1	0,04	30	55,57
T2	0,10	30	58,89
T3	0,04	50	52,65
T4	0,10	50	67,42
T5	0,02	40	56,33
T6	0,11	40	66,70
T7	0,07	25,85	61,41
T8	0,07	54,14	62,91
T9	0,07	40	64,38
T10	0,07	40	63,90
T11	0,07	40	64,23
T12	0,07	40	64,10

Fuente: Elaboración propia (2017)

a) Respecto a la concentración de enzimas

En la figura 7, se observa la dispersión de puntos de concentración de enzimas (g/100 de pulpa) con el porcentaje de extracción de zumo de granadilla, demostrando una relación directa y lineal, por lo que es necesario realizar el análisis de regresión lineal simple.

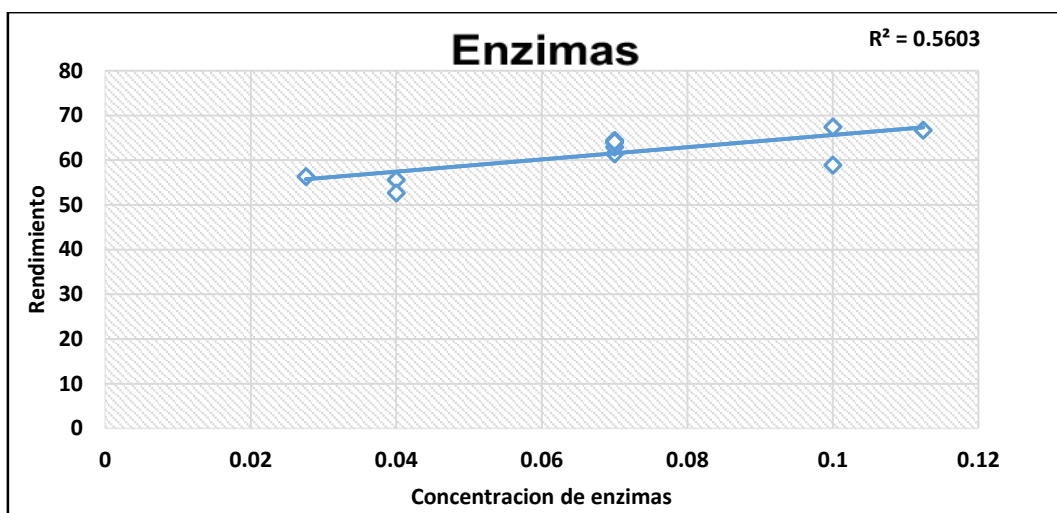


Figura 7. Curvas de nivel que relaciona la variable concentración de enzimas con el rendimiento en la extracción del zumo de granadilla.

Fuente: Elaboración propia (2017)

Al realizar la prueba de independencia de la variable concentración de enzimas y rendimiento, el análisis de varianza indica que es altamente significativo lo cual quiere decir que estas dos variables están relacionadas estadísticamente; por lo tanto, se realizó la prueba de hipótesis del coeficiente de regresión. El cual se detalla en la tabla 13.

Tabla 13. Análisis de varianza (ANOVA) del zumo tratado enzimáticamente con respecto a concentración de enzimas.

F de V	Gl	SC	CM	F	Valor crítico de F
Regresión	1,00	134,12	134,12	12,75	0,00510
Residuos	10,00	105,24	10,52		
Total	11,00	239,36			

Fuente: Elaboración propia (2017)

Finalmente, para determinar la función de respuesta es necesario realizar la prueba de hipótesis de coeficiencia de regresión, tal como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14. Prueba de hipótesis de coeficiente de regresión de rendimiento con respecto a la concentración de enzimas

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	51,9839	2,8361	18,3296	0,0000
Variable X 1	136,5277	38,2428	3,5700	0,0051

Fuente: Elaboración propia (2017)

La tabla 14, se indica que es altamente significativo. Por lo tanto, la función de respuesta fue: $\hat{y} = 51,983892 + 136,527738X$

b) Respecto a la temperatura.

En la figura 8, se presenta el diagrama de dispersión de la relación entre las variables temperatura y rendimiento, lo que indica que no hay relación

entre las variables, ya que presenta una variabilidad apenas de 3,12% por lo que no es necesario realizar un análisis del segundo orden.

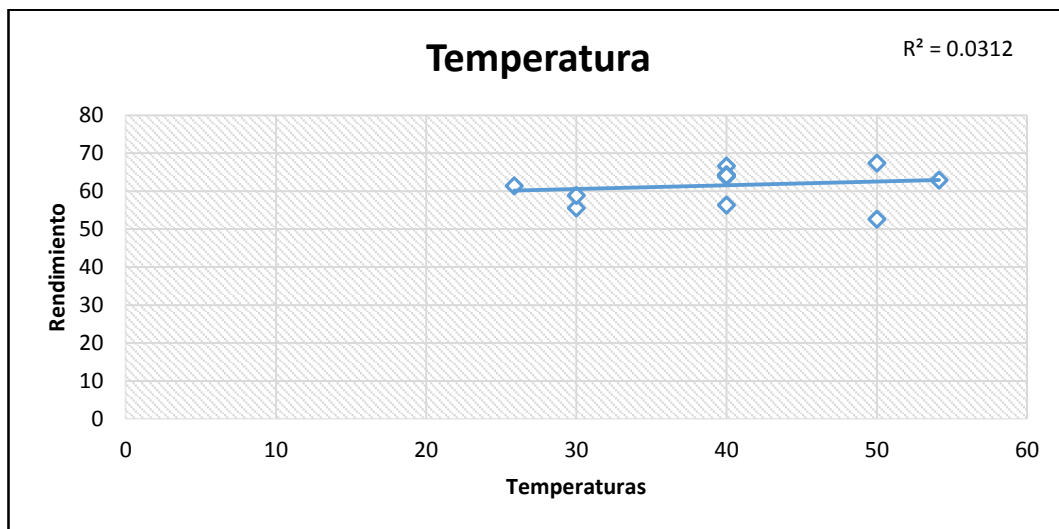


Figura 8. Diagrama de dispersión que relaciona la variable temperatura (°C) con el porcentaje de rendimiento del zumo de granadilla.

Fuente: Elaboración propia (2017)

5.2.5 Resultados de los tratamientos respecto a las características sensoriales.

Para estudiar la relación de las concentraciones de enzima y temperaturas sobre la aceptabilidad sensorial, se obtuvieron los datos bajo condiciones establecidas por el método de prueba de escala hedónica señaladas por Espinoza (2003). (Anexo 2).

Con los datos obtenidos se elaboró cuadros de análisis de varianza, para determinar diferencias significativas entre los tratamientos. Para el análisis de los datos se utilizó el programa Microsoft Excel 2010.

a) Color

Con los datos obtenidos de la evaluación sensorial con respecto al color en el zumo de granadilla tratado enzimáticamente presentadas en el anexo 3, se realizó el análisis de varianza, para determinar diferencias significativas entre los 12 tratamientos, tal como se muestra en la tabla 15.

Tabla 15. Análisis de varianza del color de zumo de granadilla.

F de V	SC	GL	CM	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Jueces	28,993	14	2,071	2,711	0,002	1,781
Tratamientos	88,681	8	11,085	14,514	0,000	2,022
Error	85,541	112	0,764			
Total	203,215	134				

Fuente: Elaboración propia (2017)

De la tabla 15, se desprende que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos de zumo de granadilla, por lo que fue necesario determinar la relación entre concentración de enzimas y temperatura con respecto al color.

En la figura 9, se observa que la concentración de enzimas no influye con respecto al color del zumo tratado enzimáticamente, siendo el coeficiente de determinación de 2,49%.

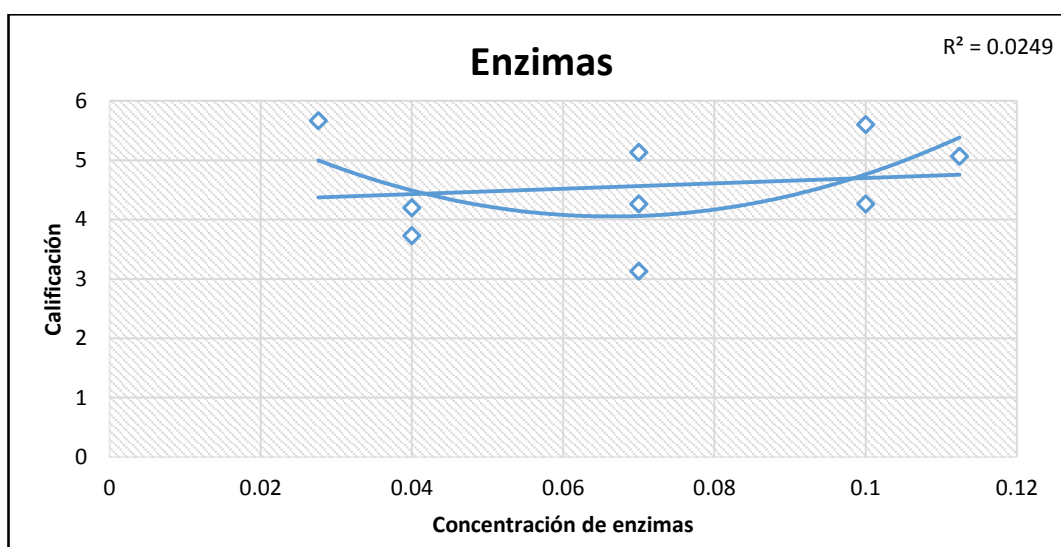


Figura 9. Dispersión de puntos que relaciona concentración de enzimas con respecto a la aceptabilidad del color del zumo.

Fuente: Elaboración propia (2017)

Asimismo, la figura 10 muestra que el factor temperatura influye significativamente, según los panelistas con respecto al color con un coeficiente de determinación del 52,81%, la dispersión de puntos indica que se debe utilizar un modelo de regresión cuadrática.

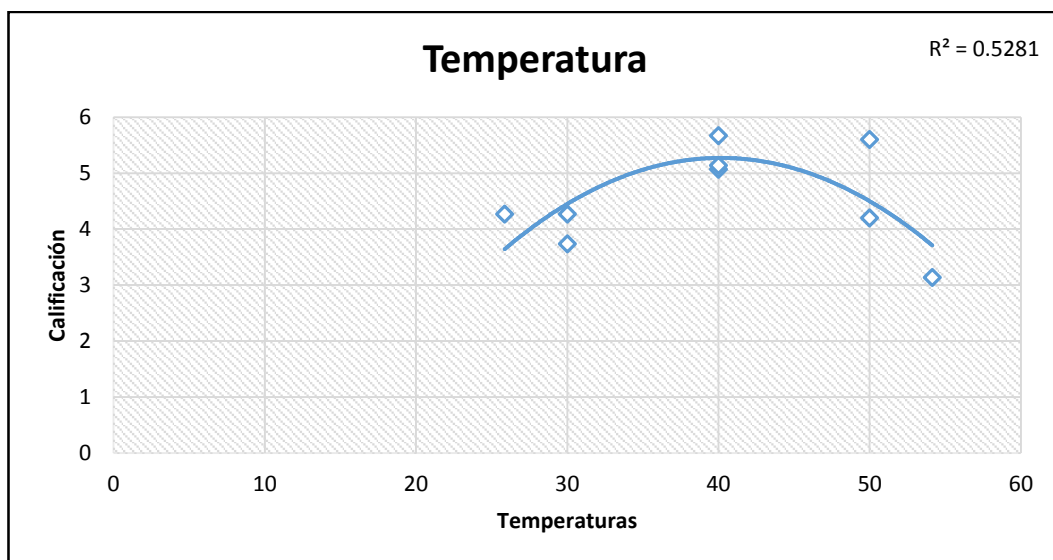


Figura 10. Dispersión de puntos que relaciona la temperatura con respecto al color del zumo de granadilla.

Fuente: Elaboración propia (2017)

En la tabla 16, se muestra el análisis de varianza de color debido a la temperatura en el que se puede observar que hay diferencia significativa según los panelistas.

Tabla 16. Análisis de varianza de regresión de color de zumo de granadilla.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
F de V	GL	SC	CM	F	Valor crítico de F
Regresión	2	3,12191	1,56095	3,356	0,1051
Residuos	6	2,79018	0,46503		
Total	8	5,91209			

Fuente: Elaboración propia (2017)

Considerando el coeficiente de determinación se realizó la prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión, resultando significativo para la respuesta lineal y cuadrática tal como se muestra en la tabla 17, se determinó la función de respuesta, siendo:

$$\hat{y} = -7,601874 + 0,641264X - 0,007985X^2$$

Tabla 17. Prueba de hipótesis de coeficiente de regresión del color del zumo de granadilla con respecto a la temperatura

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	-7,601	4,764	-1,595	0,161
Variable X 1	0,641	0,247	2,586	0,041
Variable X 2	-0,007	0,003	-2,588	0,041

Fuente: Elaboración propia (2017)

La función de repuesta permitió determinar la temperatura óptima de 40,1°C, que reemplazándola en la ecuación de función de respuesta permite obtener una puntuación de 5,27 calificado como “me gusta moderadamente” según la escala hedónica.

b) Olor

Con los datos obtenidos de la evaluación sensorial con respecto al olor en el zumo de granadilla tratado enzimáticamente presentados en el anexo 4, se realizó el análisis de varianza, para determinar diferencias significativas entre los tratamientos, tal como se muestra en la tabla 18.

Tabla 18. Análisis de varianza del olor de zumo de granadilla.

F de V	SC	GL	CM	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Jueces	12,637	14	0,903	1,438	0,147	1,781
Tratamientos	92,593	8	11,574	18,440	0,000	2,022
Error	70,296	112	0,628			
Total	175,526	134,000				

Fuente: Elaboración propia (2017)

La tabla 18, indica que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos de zumo de granadilla, por lo que fue necesario determinar la relación entre concentración de enzimas y temperatura con respecto al olor, tal como se muestra en la figura 11 y 12.

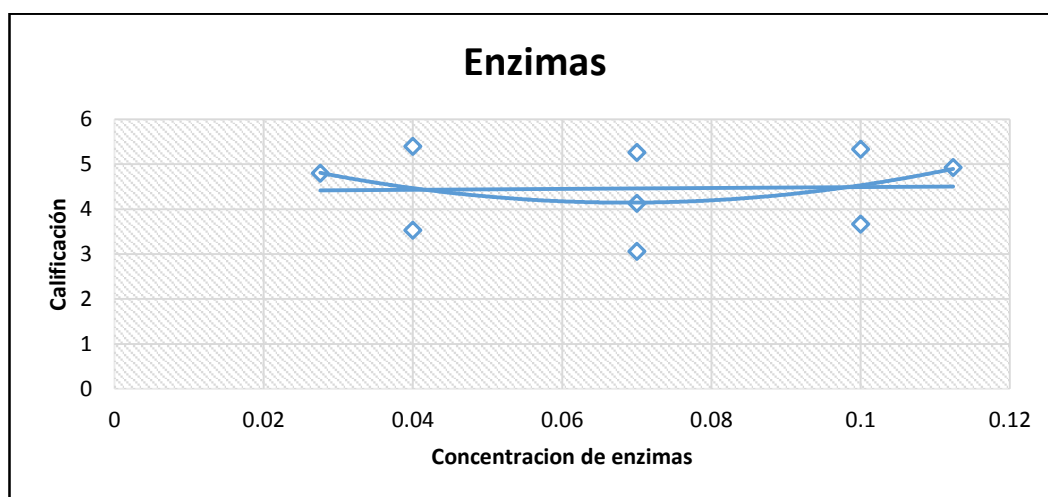


Figura 11. Dispersión de puntos que relaciona concentración de enzimas con respecto al olor.

Fuente: Elaboración propia (2017)

Según la figura 11, la concentración de enzimas no influye con respecto al olor, ya que conforme aumente la concentración de enzimas no influye en el puntaje del olor, es decir el consumidor no lo distingue.

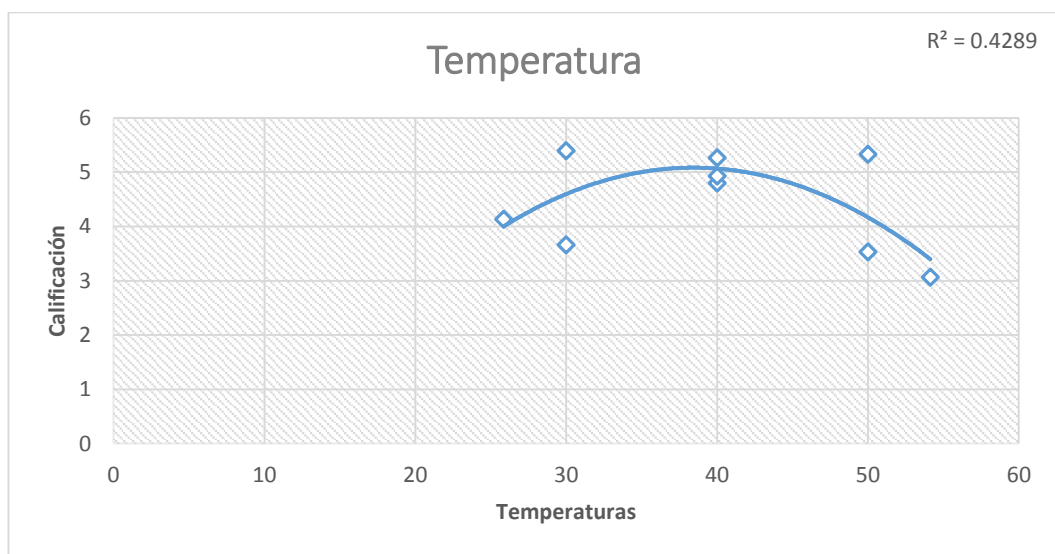


Figura 12. Dispersión de puntos que relaciona la temperatura con respecto al olor.

Fuente: Elaboración propia (2017)

Respecto a la figura 12, se observa que la temperatura si influye en el olor, la nube de puntos sugiere un modelo de regresión cuadrática teniendo un coeficiente de determinación del 42%.

En la tabla 19, se muestra el análisis de varianza del olor debido a la temperatura, en el que se observa que no hay diferencia significativa.

Tabla 19. Análisis de varianza de regresión de olor de zumo de granadilla.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
F de V	GL	SC	CM	F	Valor crítico de F
Regresión	2	2,648	1,324	2,253	0,186
Residuos	6	3,525	0,588		
Total	8	6,173			

Fuente: Elaboración propia (2017)

Teniendo en consideración el coeficiente de determinación de 42% se realizó la prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión, no resultando significativo para la respuesta lineal y para la respuesta cuadrática, sin embargo, se determinó la función de respuesta, con los valores de la tabla 20, resultando como:

$$\hat{y} = -5,01258 + 0,525318X - 0,006833X^2$$

Tabla 20. Prueba de hipótesis de coeficiente de regresión del olor del zumo de granadilla con respecto a la temperatura

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	-5,013	5,356	-0,936	0,385
Variable X 1	0,525	0,279	1,885	0,108
Variable X 2	-0,007	0,003	-1,971	0,096

Fuente: Elaboración propia (2017)

La que permitió determinar la temperatura óptima de 38,43°C, que reemplazándola en la ecuación de función de respuesta permitió obtener la

mayor calificación de aceptabilidad de olor, el cual resultó 5,08, calificado como “me gusta moderadamente” según la escala hedónica.

c) Sabor

Con los datos obtenidos de la evaluación sensorial con respecto al sabor en el zumo de granadilla tratado enzimáticamente presentadas en el Anexo 5, se realizó el análisis de varianza, para determinar diferencias significativas entre los tratamientos, tal como se muestra en la tabla 21.

Tabla 21. Análisis de varianza del sabor de zumo de granadilla.

F de V	SC	GL	CM	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Jueces	11,067	14,000	0,790	0,917	0,543	1,781
Tratamientos	122,133	8,000	15,267	17,713	0,000	2,022
Error	96,533	112,000	0,862			
Total	229,733	134,000				

Fuente: Elaboración propia (2017)

En la tabla 21, el ANOVA indica que es altamente significativo entre los tratamientos, por lo que es necesario realizar la determinación de la relación entre concentración de enzimas y temperatura de extracción con respecto al sabor.

La figura 13, muestra que es una parábola invertida, el cual se ajustó a una línea recta, donde se obtiene un coeficiente de determinación de 2,89%, indicando que la concentración de enzimas no influye con respecto al sabor de zumo de granadilla tratado enzimáticamente.

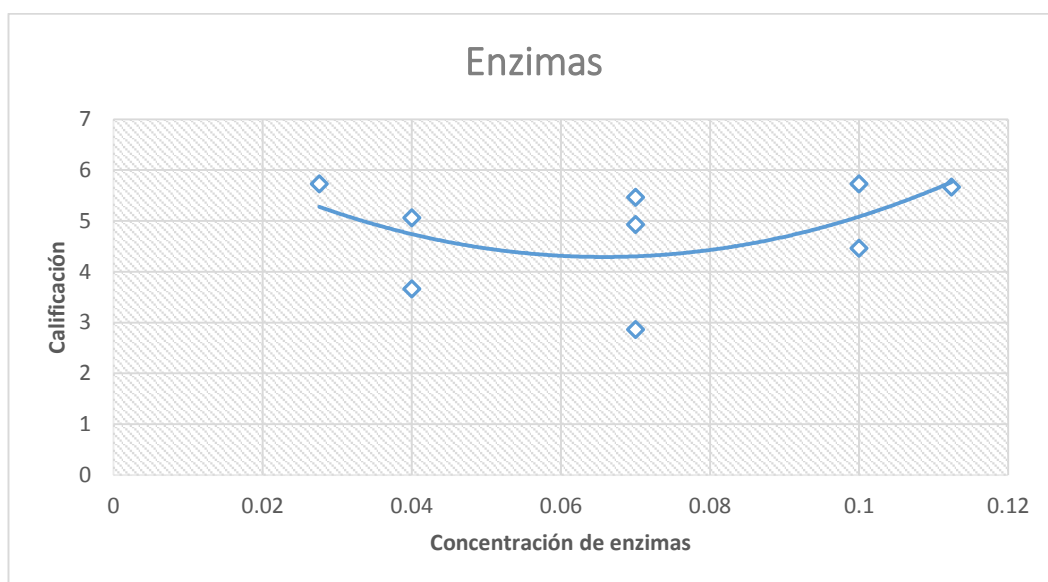


Figura 13. Diagrama de dispersión que relaciona la concentración de enzimas con respecto al sabor.

Fuente: Elaboración propia (2017)

Respecto a la figura 14, se observa un coeficiente de determinación del 59,12%; dando a entender que la temperatura influye altamente con respecto al sabor, por lo que es necesario utilizar un modelo de regresión cuadrática.

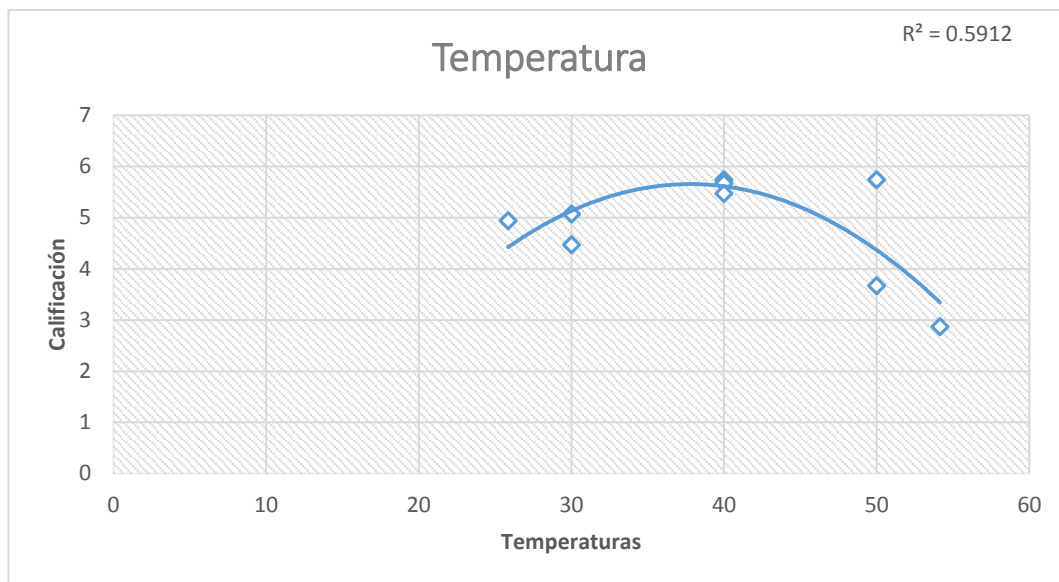


Figura 14. Diagrama de dispersión que relaciona la temperatura con respecto al sabor del zumo de granadilla.

Fuente: Elaboración propia (2017)

En la tabla 22, se muestra el análisis de varianza de sabor debido a la temperatura en el que se puede observar que no hay diferencia significativa.

Tabla 22. Análisis de varianza de regresión de sabor de zumo de granadilla.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
F de V	GL	SC	CM	F	Valor crítico de F
Regresión	2	4,814	2,407	4,339	0,0683
Residuos	6	3,328	0,555		
Total	8	8,142			

Fuente: Elaboración propia (2017)

Considerando el coeficiente de determinación, se realizó la prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión resultando no significativo para la respuesta lineal. Sin embargo, para la respuesta cuadrática resultó significativo, donde se determinó la función de respuesta con los valores de la tabla 23, resultando:

$$\hat{y} = -6,678277 + 0,65272X - 0,008636X^2$$

Tabla 23. Prueba de hipótesis de coeficiente de regresión del sabor del zumo de granadilla con respecto a la temperatura

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	-6,678	5,204	-1,283	0,247
Variable X 1	0,653	0,271	2,411	0,053
Variable X 2	-0,009	0,003	-2,564	0,043

Fuente: Elaboración propia (2017)

Permitiendo determinar la temperatura óptima de 37,77 °C, se obtiene una calificación de aceptabilidad del color de 5,7 que, según la escala hedónica corresponde a la calificación de “me gusta moderadamente”.

d) Con respecto a la apariencia

Con los datos obtenidos de la evaluación sensorial con respecto a la apariencia en el zumo de granadilla tratado enzimáticamente presentadas en el anexo 6, se realizó el análisis de varianza, para determinar diferencias significativas entre los tratamientos, tal como se muestra en la tabla 24

Tabla 24. Análisis de varianza de la apariencia del zumo de granadilla.

F de V	SC	Gl	CM	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Jueces	39,7481	14	2,8392	2,8395	0,0011	1,7810
Tratamientos	81,7926	8	10,2241	10,2254	0,0000	2,0221
Error	111,9852	112	0,9999			
Total	233,5259	134				

Fuente: Elaboración propia (2017)

De la tabla 24, el análisis de varianza indica que existe diferencia altamente significativa, por lo que es necesario determinar la relación entre concentración de enzimas y temperatura con respecto a la apariencia del zumo tratado enzimáticamente, tal como se muestran en la figura 15 y 16.

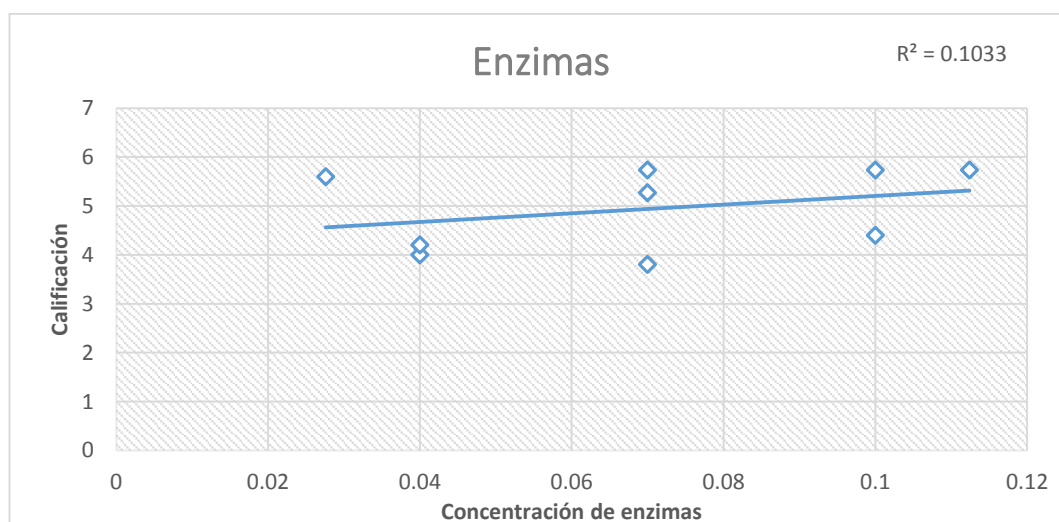


Figura 15. Dispersión de puntos que relaciona la concentración de enzimas con la apariencia del zumo

Fuente: Elaboración propia (2017)

En la figura 15, se observa que la concentración de enzimas no influye significativamente en la apariencia del zumo tratado enzimáticamente, ya que la tendencia de la dispersión de puntos muestra una relación casi lineal, y presenta un coeficiente de determinación del 10,33%.

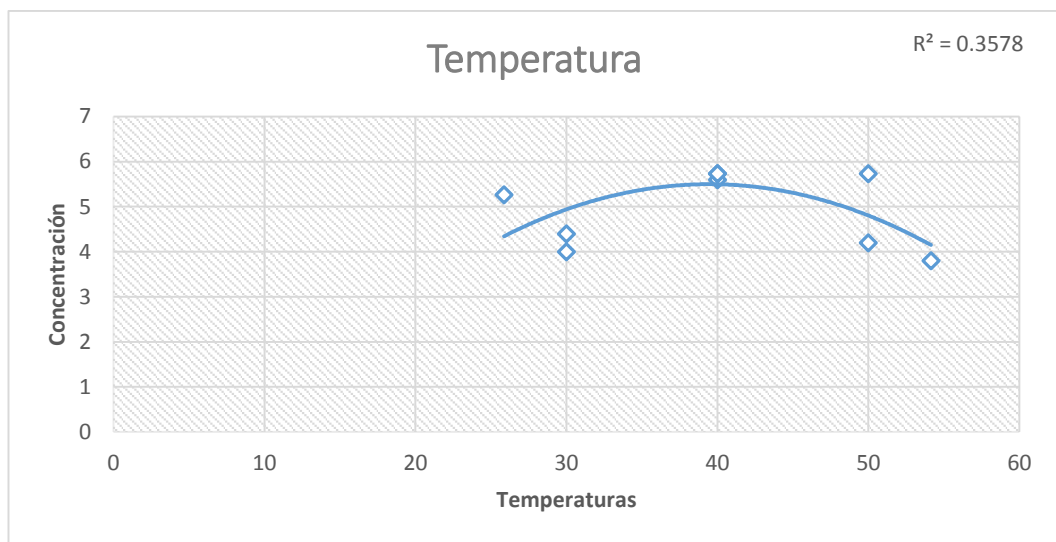


Figura 16. Dispersión de puntos que relaciona la temperatura con la apariencia del zumo

Fuente: Elaboración propia (2017)

Asimismo, en la figura 16 la dispersión de puntos, indica que la temperatura influye significativamente en la apariencia del zumo de granadilla, presentando un coeficiente de determinación del 35,78%, por lo que es necesario realizar un modelo de regresión cuadrática, tal como se muestra en la tabla 25.

Tabla 25. Análisis de varianza de regresión de apariencia del zumo de granadilla.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	1,951	0,975	1,671	0,265
Residuos	6	3,502	0,584		
Total	8	5,453			

Fuente: Elaboración propia (2017)

Considerando el coeficiente de determinación, se realizó la prueba de hipótesis de los coeficientes de regresión, obteniendo una respuesta lineal y una cuadrática con respecto a ambos no significativos. Para obtener la temperatura óptima según panelistas, se determinó la función de respuesta con los valores de la tabla 26, resultando:

$$\hat{y} = -4,244974 + 0,493858X - 0,006257X^2$$

Tabla 26. Prueba de hipótesis de coeficiente de regresión de la apariencia del zumo de granadilla con respecto a la temperatura

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	-4,245	5,338	-0,795	0,457
Variable X 1	0,494	0,278	1,778	0,126
Variable X 2	-0,006	0,003	-1,811	0,120

Fuente: Elaboración propia (2017)

La función de respuesta permitió determinar la temperatura óptima de 39,4°C que permite obtener el mayor puntaje de aceptabilidad con respecto a la apariencia del zumo de granadilla tratado enzimáticamente, con un

resultado de 5,0 calificado como “me gusta moderadamente” según la escala hedónica.

5.2.6 Resultados del análisis fisicoquímico del producto optimizado.

En la tabla 27, se muestran ciertos valores fisicoquímicos del zumo o jugo a condiciones óptimas.

Tabla 27. Análisis fisicoquímico de zumo de granadilla tratado enzimáticamente en condiciones óptimas.

Composición	Zumo de granadilla con tratamiento enzimático
Humedad (g)	84,43
Proteína (g)	0,50
Acidez titulable (g)	0,59
Vitamina C (mg)	32,00
Cenizas (g)	1,14
Sólidos solubles (°Brix)	15,80
pH	4.65
Pectina (% de pectato de calcio)	0,26

Fuente: Elaboración propia (2017)

Los valores del zumo o jugo tratado enzimáticamente con el tratamiento óptimo, presenta niveles de acidez titulable de 0,59 g, cenizas 1,14, sólidos solubles 15,8 (°Brix), pH de 4,65, vitamina C de 32, respectivamente.

5.2.7 Resultados del análisis microbiológico del producto optimizado

En la tabla 28, se muestra el análisis microbiológico de zumo o jugo obtenido enzimáticamente en condiciones óptimas, el mismo que se puede observar en el anexo 7.

Tabla 28. Análisis microbiológico de zumo de granadilla optimizado.

Control microbiológico	Resultados	Requisito microbiológico según (NTS N°071-MINSA/DIGESA-V.01
Enumeración de coliformes totales.	< 3NMP/ml.	< 3 ufc/ml
Recuento de mohos.	<1x 10 ufc/ml (ausencia)	1 ufc/ml
Recuento de levaduras.	<1x 10 ufc/ml (ausencia)	1 ufc/ml

Fuente: Elaboración propia (2017)

5.2.8 Comportamiento reológico del zumo de granadilla tratado enzimáticamente

Se determinó el comportamiento del jugo o zumo obtenido enzimáticamente en condiciones óptimas a diferentes velocidades de corte, que pudo ser comparado con el comportamiento de un patrón (zumo sin tratamiento enzimático). En la tabla 29 y 30, se observan las mediciones realizadas por el viscosímetro Broockfield usando el splinde n°2,

temperatura de 25°C y con un volumen de muestra (zumo de granadilla) de 200 ml.

Tabla 29. Variación de la viscosidad aparente a diferentes velocidades de corte en el zumo de granadilla tratada enzimáticamente en condiciones óptimas.

Velocidad de giro o corte (RPM)	Factor	Lectura %torque	Viscosidad aparente (mPas =CP)
3	100	3,5	350
6	50	4,8	240
12	25	5,6	140
30	10	6,5	65
60	5	8,5	42,5

Fuente: Elaboración propia (2017)

La tabla 29, muestra un comportamiento pseudoplástico, porque a mayor velocidad de corte muestra menor viscosidad aparente (Guerrero 2008).

Para la caracterización reológica se determinó los valores de m y n respectivamente, según la metodología de Heldman (1981), encontrándose para la dispersión del zumo sin tratamiento enzimático el valor del coeficiente de consistencia (m) de $0,187 Pa \cdot s^n$ y un índice reológico (n) de 0,26

Tabla 30. Variación de la viscosidad aparente a diferentes velocidades de corte en el zumo de granadilla sin tratamiento enzimático.

Velocidad de giro o corte (RPM)	Factor	Lectura %torque	Viscosidad aparente (mPas =CP)
3	100	4,8	480
6	50	6,4	320
12	25	7,2	180
30	10	8,0	80
60	5	10,3	51,5

Fuente: Elaboración propia (2017)

La tabla 30, muestra un comportamiento pseudoplástico, porque a mayor velocidad de corte presenta menor viscosidad aparente (Guerrero 2008).

Para la caracterización reológica se determinó los valores de m y n respectivamente, según la metodología de Heldman (1981), encontrándose para la dispersión del zumo sin tratamiento enzimático el valor del coeficiente de consistencia (m) de $0,257 Pa \cdot s^n$ y un índice reológico (n) de 0,22.

En la figura 17, se muestra la comparación del comportamiento reológico de zumo de granadilla con tratamiento enzimático utilizando parámetros óptimos frente al zumo sin tratamiento.

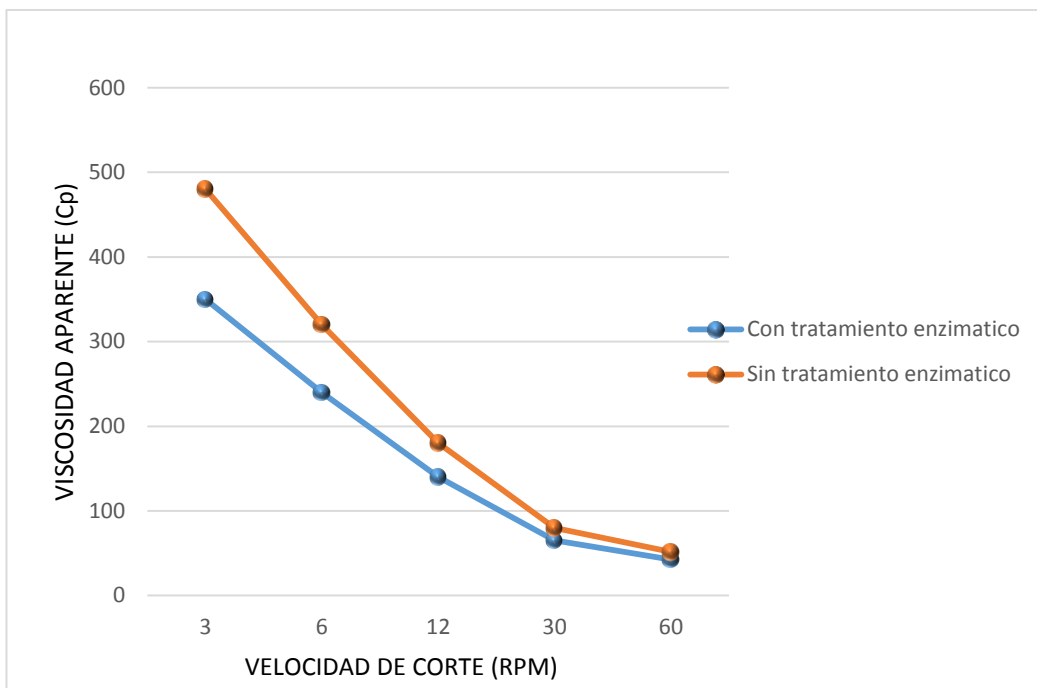


Figura 17. Comparación del comportamiento reológico del zumo de granadilla con tratamiento enzimático y sin tratamiento enzimático.

Fuente: Elaboración propia (2017)

En la figura 18, se observa el cambio reológico por acción de la enzima Pectinex USP-L sobre la pulpa de granadilla, mediante las diferentes viscosidades con respecto al tiempo, utilizando un tratamiento óptimo de extracción del zumo.

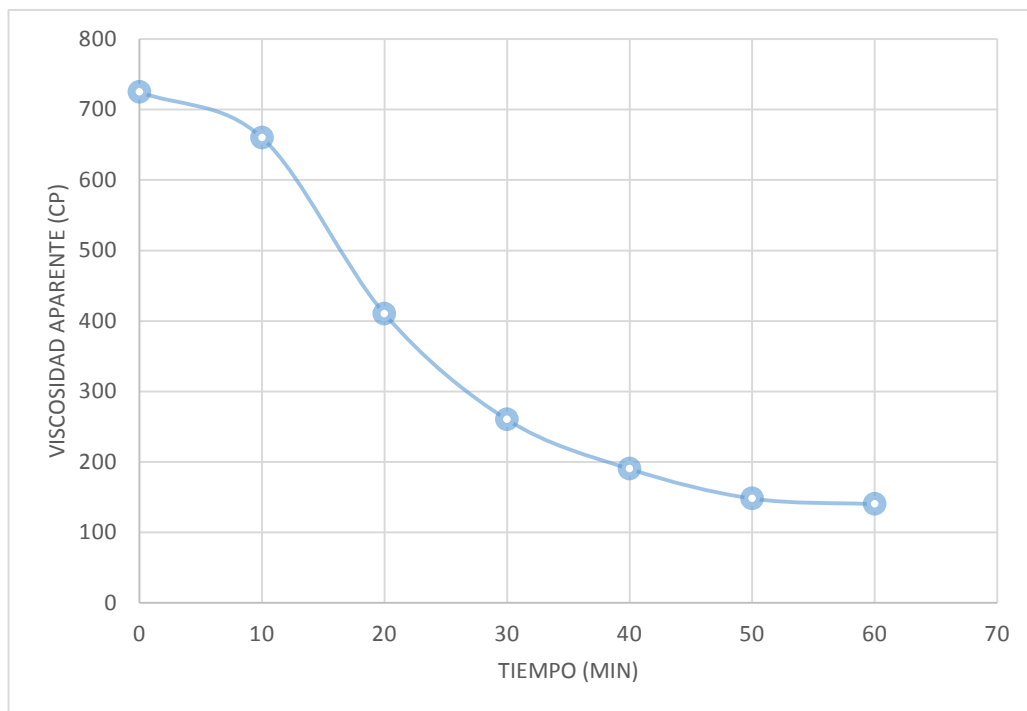


Figura 18. Variación de la viscosidad aparente con el tiempo para una dispersión de pulpa de granadilla en tratamiento con enzima pectinolítica (Pectinex USP-L).

Fuente: Elaboración propia (2017)

5.2.9 Diagrama de flujo final

En la figura 19, se muestra las principales etapas y controles óptimos para la obtención de zumo de granadilla mediante tratamiento con enzima pectinolítica.

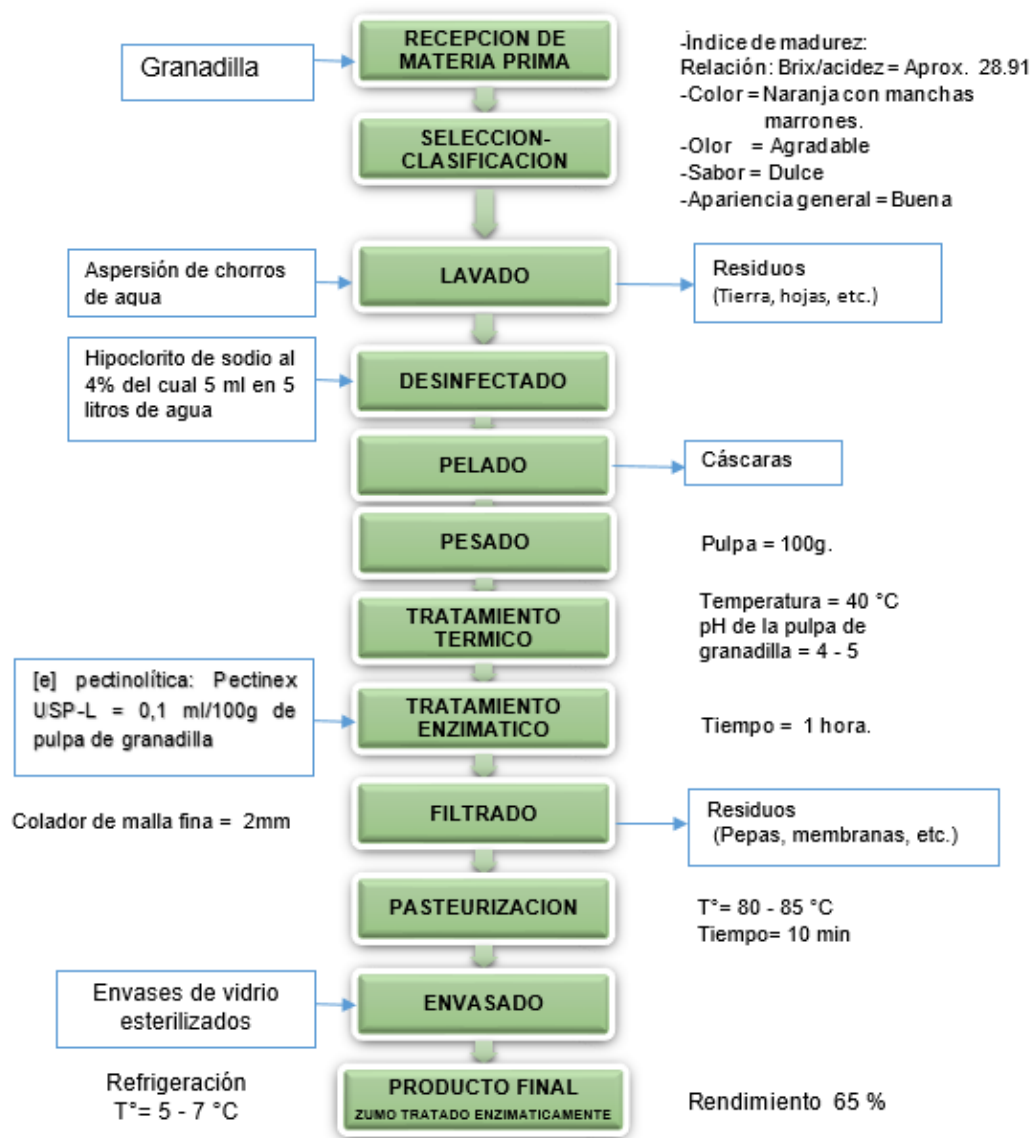


Figura 19. Flujograma final para la obtención de zumo de granadilla mediante tratamiento enzimático.

Fuente: Elaboración propia (2017)

5.2.10. Balance de materia del producto final

La tabla 31, muestra los cálculos necesarios para el balance de materia para la obtención del zumo de granadilla tratado enzimáticamente.

Tabla 31. Balance de masa para la obtención del zumo de granadilla tratado enzimáticamente.

	Entra	Sale	Continúa	Unidad
Recepción de materia prima				
Selección y clasificación				
Lavado	500	5	450	(g)
Desinfectado	450	0	450	(g)
Pelado	450	125	325	(g)
Pesado	325	0	325	(g)
Tratamiento térmico	325	2	323	(g)
Tratamiento enzimático	323	8	315	(g)
Filtrado	315	92,65	222,35	(g)
Pasteurización	222,35	11	211,35	(g)
Envasado	211,35	0,10	211,25	(g)
Producto final	211,25	0	211,25	(g)
Rendimiento de pulpa			65	%
Rendimiento total			42,20	%

Fuente: Elaboración propia (2017)

5.3 Discusión de resultados

Según los resultados de la proporción en peso de los componentes de la fruta de granadilla que se muestra en la tabla 10, se observa un alto contenido de pulpa o endocarpio (48,8%), en la cual está incluida los arilos de aspecto gelatinoso que también es motivo para la degradación por la enzima pectinolítica. Estos resultados son similares a estudios realizados por Villamizar et al. (1992).

Respecto a los resultados fisicoquímicos de la materia prima que se observan en la tabla 11, índice de madurez de 28,91, sólidos solubles de 15,8 (°Brix), acidez titulable de 0,46 (g), pectina 0,56%. Estos valores son similares a los reportados por Medina (2006), que reporta un índice de madurez de 23,93 sólidos solubles de 15,8 (°Brix), acidez titulable de 0,66 (g), pectina 0,6% respectivamente.

El máximo rendimiento obtenido en el zumo de granadilla mediante la acción enzimática a diferentes concentraciones y temperaturas, se obtuvo en el tratamiento 4, a una concentración enzimática de 0,1 ml sobre 100 g de pulpa de granadilla y una temperatura de 50 °C, con un rendimiento de 67,42% y 31,58% con respecto a la extracción de zumo sin tratamiento enzimático. Sin embargo, en el diseño de tratamientos central compuesto

rotable, se desarrolló el análisis de varianza para obtener el tratamiento óptimo en el cual demostró que, la concentración de enzimas tiene una relación directa y lineal, lo cual indica que conforme aumenta la concentración de enzimas el rendimiento del zumo tiende a aumentar, por lo que es posible elegir el tratamiento que tenga mayor concentración de enzimas (0,11 ml/100); pero en la figura 6, se observa que el último punto tiene una tendencia a bajar, por lo que es conveniente elegir la concentración anterior de 0,1 ml/100 y sobre la temperatura no existe diferencia significativa con un coeficiente de variabilidad de 3% quiere decir que la temperatura no influye en el rendimiento del zumo, por lo que es posible utilizar las temperaturas que estén dentro del rango estudiado, considerando la temperatura de 40 °C por ser la temperatura de mayor aceptabilidad sensorial y por ser menor a 50 °C. Con estos parámetros modificados se obtuvo un rendimiento de 65%. Resultados similares reportados por Víquez (1998), en el tratamiento de pulpa de banano con Pectinex Ultra SPL, obteniendo un rendimiento de 65%, (concentración de enzima de 0,025% y temperatura de 38 °C, durante 40 min).

Respecto a los resultados de las características sensoriales, según la escala hedónica, el color del zumo tratado enzimáticamente tuvo una valoración de 5,27 calificado como “me gusta moderadamente”. Esta

característica demuestra que se ve influenciado por la temperatura, y no por la concentración de enzimas, obteniendo un óptimo de temperatura de 40,15°C.

El olor en el zumo de granadilla tratado enzimáticamente tuvo una valoración de 5,08 calificado como “me gusta moderadamente”. Esta característica se ve influenciada por la temperatura por un 42%, donde a partir de la temperatura a 54,1°C evidencia cambio de olor (no característico) por la eliminación de componentes del aroma como esteroides y alcoholes aromáticos predominantes en la granadilla, tal como menciona Víquez, (1998), por otro lado, no se ve influenciado por la concentración de enzimas, obteniendo un óptimo de temperatura de 38,4°C.

El sabor en el zumo de granadilla se ve influenciada por la temperatura el cual representa un 59%, y no por la concentración de enzimas ya que conforme aumente la concentración de enzimas no influye en el puntaje del sabor, obteniendo un óptimo de temperatura de 37,7°C con una calificación de 5,7 calificado como “me gusta moderadamente”. Víquez, (1998), justifica que aplicar enzimas en pulpas preservan el aroma y el sabor característico de la fruta.

La apariencia en el zumo de granadilla se ve influenciada por la temperatura, la cual representa un 35,7%, y no por la concentración de

enzimas. Obteniendo un óptimo de temperatura de 39,4°C con una calificación de 5,1 calificado como “me gusta moderadamente”.

El efecto con respecto a las características sensoriales como el color, olor, sabor y apariencia se ven influenciado por la temperatura, en donde se obtuvo valores óptimos de aceptabilidad teniendo como promedio 38,9°C \approx 40°C, que corresponde a la temperatura óptima de aceptabilidad sensorial.

En los análisis fisicoquímicos finales se observó la disminución de la vitamina C de 3,2 mg, esta diferencia se debe a la acción de la alta temperatura de trabajo (40°C), tal como reporta Fennema (1993), quien menciona que, la estabilidad del ácido ascórbico es afectada por diversas condiciones ambientales tales como temperatura, la luz, el oxígeno y la actividad de agua. Asimismo, se aprecia la disminución de la humedad y proteína; por otro lado, el aumento de sólidos solubles de 2,5 °Brix, se debe a que la enzima en el proceso degrada los componentes complejos como el ácido poligaracturónico de la pulpa en componentes más simples y solubles es decir en ácido D-galacturónico (León y Rocero, 2009). El aumento de la acidez, cenizas y pH, no presentan un cambio importante que alteren sus componentes, por lo tanto, el tratamiento enzimático mantiene la estabilidad de los nutrientes y la calidad del zumo de fruta. Tal

como lo indica Cardona (2005), en el estudio que realizó en el jugo de acai (*Euterpe oleracea Mart.*) tratada enzimáticamente no mostró cambios significativos.

Se determinó las características reológicas en el zumo de granadilla optimizado siguiendo el método recomendado por Heldman (1981), encontrándose los valores del coeficiente de consistencia (m) para el zumo con tratamiento enzimático de $0,187 Pa \cdot s^n$ y para el zumo sin tratamiento enzimático de $0,257 Pa \cdot s^n$; en cuanto al índice reológico (n) de $0,26$ con enzimas y $0,22$ sin enzimas, que muestran un valor menor a 1 , considerándose un fluido del tipo pseudoplástico. Asimismo, se muestra un cambio reológico de disminución de viscosidad por acción de la enzima Pectinex USP-L sobre la pulpa de granadilla utilizando tratamiento óptimo de extracción del zumo.

Respecto a los resultados microbiológicos realizado al zumo optimizado de granadilla (C.E.= $0,1\text{ml}/100$ y $T = 40^\circ\text{C}$), que se observa en la tabla 28, enumeración de coliformes totales $< 3\text{NMP}/\text{ml}$., recuento de mohos $< 1 \times 10$ ufc/ml (ausencia), recuento de levaduras $< 1 \times 10$ ufc/ml (ausencia), los resultados obtenidos cumplen con los requisitos microbiológicos mencionados en la norma sanitaria sobre: "Criterios microbiológicos de

calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano” DIGESA (2008), en consecuencia, es apto para el consumo humano.

Respecto al balance de materia para la obtención de zumo de granadilla mediante tratamiento enzimático, las mermas que se produjeron fueron durante el pelado, tratamiento térmico, filtrado, pasteurizado y envasado. Para 500 g de materia prima (granadilla) se obtuvo 325 g de pulpa, y aplicando el tratamiento enzimático, resultó 211,25 g de zumo. Con ello se obtuvo un rendimiento de pulpa de 65% y un rendimiento total de 42,2%.

CONCLUSIONES

1. El uso de Pectinex USP-L, que permitió un mayor rendimiento y mejor aceptabilidad sensorial en el zumo de granadilla, fue con una concentración de 0,1 ml/100g de pulpa a una temperatura de 40 °C, durante una hora de tratamiento, logrando además un rendimiento de 65% aumentando un 31,58% respecto al testigo (zumo sin tratamiento enzimático).
2. En el estudio realizado sobre las características fisicoquímicas del zumo obtenido por tratamiento enzimático, se encontró diferencias con respecto al zumo sin tratamiento enzimático; así mayores valores en acidez (g) 0,59 (0,46), sólidos solubles (°Brix) 15,8 (13,3) y un pH de 4,65 (4,56).
3. Según la evaluación del comportamiento reológico existen diferencias en los valores del coeficiente de consistencia (m): para el zumo tratado con enzimas en condiciones óptimas fue de $0,187 Pa \cdot s^n$ y para el zumo sin tratamiento enzimático fue de $0,257 Pa \cdot s^n$, asimismo hubo diferencias en cuanto al índice reológico (n) de 0,26 al zumo con enzimas y 0,22 para el zumo sin tratamiento enzimático.

4. El análisis microbiológico señaló que el zumo de granadilla obtenido mediante tratamiento enzimático, cumple con los requisitos mencionados según norma sanitaria, con resultados: enumeración de coliformes totales < 3NMP/ml., recuento de mohos <1x 10 ufc/ml (ausencia), recuento de levaduras <1x 10 ufc/ml (ausencia) demostrando así, un proceso de calidad e inocuo para el consumo humano.

5. El producto final resultó con una aceptabilidad sensorial para los atributos color (5,6); olor (5,3); sabor (5,7) y apariencia (5,7) según la escala hedónica de siete puntos, considerándose en todos los atributos como “me gusta moderadamente”.

RECOMENDACIONES

A los investigadores se recomienda:

1. Debido a la gran demanda de jugos o zumos de frutas tratados enzimáticamente en la industria alimentaria, se recomienda fomentar estudios con otros tipos de frutas preferiblemente que contengan un alto contenido de pectinas como las manzanas, duraznos, etc., para brindar a los productores de esta zona, nuevas alternativas de procesamiento y la obtención de zumos, pulpas maceradas y concentrados de zumo.
2. Implementar los laboratorios en la escuela de Industrias Alimentarias a nivel del país con equipos y materiales apropiados.
3. Realizar estudios de prefactibilidad y factibilidad a nivel de planta para la extracción de jugos o zumos.
4. Se recomienda realizar investigaciones sobre la industrialización del jugo de granadilla tratado enzimáticamente, para elaborar productos que requieran jugos de poca viscosidad como bebidas refrescantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS

CORTEZ, A. (2004). *Aplicación de enzimas en la producción industrial.*

Mundo alimentario. México.

ESPINOZA, E. (2003). *Evaluación sensorial de alimentos.* Ed. Jorge

Basadre Grohmann. Tacna, Perú.

FENNEMA, R. (1993). *Química de los Alimentos.* Editorial Acribia.

Zaragoza, España.

FERSHT, A. (1980). *Estructura y mecanismo de los enzima.* Ed. Reverté

S.A. Barcelona – España.

FLANZY, Claude. (2000). *Enología; Fundamentos Científicos y*

Tecnológicos. Ediciones Mindi-Prensa; Madrid, España.

GARCÍA, J. (2012). *Las enzimas y sus propiedades.* México.

HELDMAN, D. (1981). *Food process engineering.* Ed. Avi publishing

company, inc. Wesport. Connecticut, USA.

HERNÁNDEZ y García, N. (2006). *Las pasifloras (familia Passifloraceae).*

Ed. Libro Rojo. Colombia.

- HOYOS, E. (1986). *Producción de frutos tropicales de América Latina*. Ed. Continental, Federafe. Colombia.
- LEÓN, J (2000). *Botánica de cultivos tropicales*. 3ra ed. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. San José, Costa Rica.
- MEDINA, G. (2006). *Determinación del potencial nutritivo y nutracéutico de dos ecotipos de uvilla y granadilla*. Escuela superior técnica de Chimborazo. Ecuador.
- MELGAREJO, L. (2015). *Granadilla (Passiflora ligularis): caracterización ecofisiológica del cultivo*. Colciencias Ciencia, Tecnología e Innovación, 2015. Colombia.
- SREENATH, H. Sudarhanakrishna, K. Santhanam, K. (1994). *Mejora de la Recuperación de Jugo de Pulpa / Residuo de Piña usando Celulasas y Pectinasas*. Journal of Fermentation and Bioengineering. vol 78, No. 6.
- WISEMAN, A. (1985). *Manual de biotecnología de las enzimas*. Ed. Acribia, Zaragoza, España.

TESIS

CARDONA, J. (2005). *Extracción enzimática y análisis cualitativo del jugo de acai (Euterpe Oleracea Mart.)* Tesis Pre-grado. Universidad Zamorano. Honduras.

DURÁN, R. (1990). *Estudio bromatológico de granadilla de quijos (Passiflora popenovii)*. Trabajo de grado Nutrición y Dietética. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Colombia.

FLORES F. (2012) *Evaluación de la acción enzimática de pectinex® Ultra Sp-L en tres tiempos de incubación y dos diluciones para obtención de jugo clarificado de tamarindo (Tamarindus indica L.)* Tesis pre-grado. Universidad Zamorano. Honduras.

GUERRERO, J. (2008). *Influencia de la temperatura en la inactivación de la pectinmetilesterasa durante tratamiento térmico en la pulpa de badea (P. quadrangularis)*. Escuela superior politécnica del litoral. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción Tesis de grado. Guayaquil, Ecuador.

HERNÁNDEZ, E. (2005). *Evaluación sensorial de alimentos*. Universidad nacional abierta y a distancia – UNAD. Bogotá, Colombia.

LEÓN G., y Rosero E. (2009). *Obtención de jugo clarificado de uvilla (physalis peruviana utilizando degradación enzimática y*

microfiltración tangencial. Tesis pre-grado. Universidad técnica del norte. Ibarra, Ecuador.

MARTÍNES, A., Hernández, M., y Sandobal, J., (2016). *Uso de enzimas en la extracción de jugo de Camu camu (Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh)*. Agronomía colombiana. Colombia.

ROJAS, V. (2009). *Evaluación de métodos de extracción y purificación de enzimas pectinolíticas obtenidas por fermentación en estado sólido del Aspegillus niger*. Tesis Pre-grado. Medellín, Colombia.

VÍQUEZ, F (1998). *Obtención de jugo clarificado de banano en el nivel de planta piloto*. Universidad de Costa Rica. Costa Rica.

REVISTAS

AREX. "Perfil comercial de la granadilla". En: *Sierra Exportadora*. Lambayeque. Año 1. N°1. Área de comercio exterior. Octubre 2011. páginas 4 al 13.

CASTRO. "Diagnóstico preliminar sobre manejo de poscosecha de granadilla". En: *Taller regional de manejo poscosecha de productos de interés para el trópico*. San José. Año1. N°1. Imprenta Nacional. Mayo 1994. Páginas 34 al 44.

CERDAS & CASTRO. "Manual Práctico para la producción, cosecha y manejo postcosecha del cultivo de granadilla". En: *Ministerio de agricultura y ganadería*. San José. sesión N°10. Abril 2011. Páginas 11 al 13

CODEX STAN 247. "Norma general del Codex para zumos (jugos) y néctares de frutas". En: *Códex Alimentarius*. Ginebra. Códex Alimentarius commission. Marzo 2015. Páginas 1 AL 21.

DIGESA. "*Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano*". En: Norma Técnica De Salud. Lima. NTS N° 071 - MINS/DIGESA. Junio 2008. Páginas 19 al 22.

- INDECOPI. "Jugos néctares y bebidas de fruta. Requisitos". En: *Norma Técnica Peruana*. Lima. 1ra edición. Diciembre 2009. Páginas 1 al 25.
- MALAJOVICH. "Biotecnología de alimentos". En: *Biotecnología*. Buenos Aires. 2da edición. Universidad Nacional de Quilmes editorial. Mayo 1993. Páginas 73 al 79.
- MALCA. "Granadilla; Extracto y fresco". En: *Seminario Agronegocios*. Lima. 1ra edición. Universidad Del Pacifico. Abril 2001. Páginas 15 al 32.
- NOVOZYMES. "Ficha técnica enzima Pectinex® Ultra SP – L". En: *Ficha técnica Novozymes*. Dinamarca. Año 2. N°1. Mayo 2008. Páginas 1 al 2.
- VILLAMIZAR, Gutiérrez & Pulido. "La granadilla, su caracterización físico y comportamiento post cosecha". En: *Ingeniería Agrícola*. Bogotá. Año 1. N°1. Universidad Nacional de Colombia. Marzo 1992. Páginas 14 al 18.
- YUSOF. e Ibrahim. "Quality soursop juice after pectnase enzyme treatment. Food Chem". En: *Sciene Alert*. Pakistan. Año 2. N°51. Octubre 1994. Páginas 83 al 88.

Anexos

Anexo 1. Anexo Matriz de consistencia.

Matriz de consistencia para zumo de granadilla con tratamiento enzimático.

Problema general	Objetivo general	Hipótesis alterna	Metodología
¿Cuáles serán los valores óptimos de concentración de enzima y temperatura que permitan lograr mayor rendimiento en el jugo de granadilla (<i>Passiflora ligularis</i>) obtenido mediante tratamiento enzimático y su aceptabilidad sensorial?	La presente investigación se encuadró dentro del objetivo general de estudiar o determinar los valores óptimos de concentración de enzimas y temperatura que permitan lograr mayor rendimiento en la extracción de zumo de granadilla (<i>Passiflora ligularis</i>).	El uso de la dosis adecuada de enzima pectinolítica y temperatura óptima permitirá obtener mayor rendimiento del zumo de granadilla (<i>Passiflora ligularis</i>), sin alterar la aceptabilidad sensorial del zumo.	Tipo de investigación: tecnología aplicada Tipo de Diseño: Experimental
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variables
✓ ¿Cuál será la dosis óptima de enzima pectinolítica para maximizar el rendimiento de zumo en la pulpa de granadilla?	✓ Determinar la dosis óptima de enzima pectinolítica para maximizar el rendimiento de zumo en la pulpa de granadilla.	✓ La dosis óptima de enzima pectinolítica permitirá maximizar el rendimiento en la obtención del zumo de granadilla.	Variable independiente: i. Dosis de enzima pectinolítica. ii. Temperatura s del tratamiento enzimático.
✓ ¿Cuál será la temperatura óptima para la obtención de zumo de granadilla de mayor rendimiento?	✓ Determinar la temperatura óptima para la obtención de zumo de granadilla de mayor rendimiento.	✓ La temperatura óptima maximizará el rendimiento de extracción del zumo de granadilla.	Variable dependiente: i. Rendimiento ii. Aceptabilidad sensorial: color, olor, sabor y apariencia general.
✓ ¿Qué efecto tendrá el tratamiento enzimático sobre las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas del zumo de granadilla?	– Evaluar las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas del zumo de granadilla tratada enzimáticamente.	✓ El tratamiento enzimático influirá sobre las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas del zumo de granadilla.	

Fuente: Elaboración propia (2015)

Anexo 2. Prueba de evaluación de las características sensoriales del zumo de granadilla tratado enzimáticamente.

PRUEBA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Nombre del juez: _____ Fecha: _____
 Muestra evaluada: _____

Por favor evalúe las muestras de izquierda a derecha y clasifique las muestras del zumo de granadilla, según la escala hedónica que se presenta, haciendo una raya perpendicular a la línea horizontal según sea la intensidad del atributo evaluado.

FICHA DE CALIFICACIÓN

1. COLOR DEL PRODUCTO

Desagradable Regular Bueno

2. OLOR

Tipicidad de la fruta

No típico Típico

3. SABOR

Dulzor

Poco Agradable Mucho

Acidez

Baja Media Alta

Tipicidad

No típico Típico

4. ACEPTABILIDAD
Impresión general

Malo Regular Excelente

COMENTARIOS:

Muchas gracias

ESCALA HEDÓNICA DE CALIFICACIÓN	
ESCALA	PUNTAJE
Me gusta muchísimo	7
Me gusta mucho	6
Me gusta moderadamente	5
No me gusta ni me disgusta	4
Me disgusta moderadamente	3
Me disgusta mucho	2
Me disgusta muchísimo	1

Fuente: Espinoza (2003)

Anexo 3. Resultados de la evaluación de las características del color del zumo de granadilla tratado enzimáticamente.

JUEZ	COLOR								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	3	4	4	7	6	6	5	3	5
2	2	3	3	6	6	6	4	2	5
3	3	4	4	6	5	5	5	3	4
4	3	4	4	6	6	5	4	2	5
5	3	4	3	6	6	5	4	3	5
6	2	3	4	5	5	5	4	4	5
7	4	4	4	7	7	5	5	3	5
8	3	4	4	5	6	5	5	4	5
9	4	3	5	6	6	5	4	3	5
10	2	3	4	5	6	4	5	3	5
11	5	6	4	4	5	5	2	2	4
12	5	5	4	6	4	5	5	3	5
13	5	5	5	4	4	4	4	4	5
14	6	7	5	5	7	4	3	4	7
15	6	5	6	6	6	7	5	4	7

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo.

Resumen	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Tratamiento 1	15	56	3,733	1,924
Tratamiento 2	15	64	4,267	1,352
Tratamiento 3	15	63	4,200	0,600
Tratamiento 4	15	84	5,600	0,829
Tratamiento 5	15	85	5,667	0,810
Tratamiento 6	15	76	5,067	0,638
Tratamiento 7	15	64	4,267	0,781
Tratamiento 8	15	47	3,133	0,552
Tratamiento 9	15	77	5,133	0,695

Fuente: Elaboración propia (2017)

Anexo 4. Resultados de la evaluación de las características de olor del zumo de granadilla tratado enzimáticamente.

JUEZ	OLOR								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	6	4	4	7	6	6	5	3	5
2	5	3	3	6	4	5	5	2	6
3	6	4	3	6	4	5	4	3	5
4	6	4	3	6	5	6	5	3	6
5	5	3	3	6	6	5	4	3	6
6	5	3	4	6	4	5	4	3	5
7	5	4	3	5	4	6	4	3	6
8	6	4	4	6	4	6	3	3	6
9	5	4	3	5	5	5	4	3	6
10	5	3	4	6	5	5	4	4	6
11	5	4	3	5	4	4	5	3	4
12	5	4	5	5	7	3	4	4	5
13	5	5	5	3	4	5	5	2	4
14	6	2	3	3	5	4	4	3	5
15	6	4	3	5	5	4	2	4	4

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo.

Resumen	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Trat. 1	15	81	5,400	0,257
Trat. 2	15	55	3,667	0,524
Trat. 3	15	53	3,533	0,552
Trat. 4	15	80	5,333	1,238
Trat. 5	15	72	4,800	0,885
Trat. 6	15	74	4,933	0,781
Trat. 7	15	62	4,133	0,695
Trat. 8	15	46	3,067	0,352
Trat. 9	15	79	5,267	0,638

Fuente: Elaboración propia (2017)

Anexo 5. Resultados de la evaluación de las características de sabor del zumo de granadilla tratado enzimáticamente.

JUEZ	SABOR								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	5	4	3	5	7	6	5	4	6
2	5	4	4	6	6	5	5	2	4
3	6	4	3	7	7	6	4	3	5
4	5	4	3	6	5	5	4	3	6
5	5	5	3	6	7	5	4	3	5
6	5	5	3	7	5	6	5	2	5
7	4	4	4	6	6	7	4	2	5
8	5	5	3	6	5	6	4	3	5
9	5	4	3	6	5	6	4	4	6
10	5	4	3	7	5	7	5	3	6
11	4	4	4	5	4	5	6	5	7
12	6	6	7	5	7	6	5	2	7
13	5	5	4	4	6	6	6	1	3
14	5	3	4	5	5	5	6	4	6
15	6	6	4	5	6	4	7	2	6

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo.

Resumen	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Trat. 1	15	76	5,067	0,352
Trat. 2	15	67	4,467	0,695
Trat. 3	15	55	3,667	1,095
Trat. 4	15	86	5,733	0,781
Trat. 5	15	86	5,733	0,924
Trat. 6	15	85	5,667	0,667
Trat. 7	15	74	4,933	0,924
Trat. 8	15	43	2,867	1,124
Trat. 9	15	82	5,467	1,124

Fuente: Elaboración propia (2017)

Anexo 6. Resultados de la evaluación de las características de apariencia del zumo de granadilla tratado enzimáticamente.



JUEZ	APARIENCIA								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
1	3	4	4	6	7	6	5	5	6
2	4	3	5	6	6	5	5	4	5
3	3	4	4	7	6	6	4	5	6
4	3	4	3	6	5	6	5	4	6
5	3	4	3	7	6	5	4	5	6
6	3	4	3	6	4	6	7	4	6
7	3	4	4	6	6	5	5	4	5
8	4	5	4	4	4	6	5	4	5
9	5	4	4	5	7	5	5	4	6
10	3	4	4	6	6	6	5	4	6
11	7	4	6	7	6	7	7	6	7
12	6	7	7	5	6	7	5	2	7
13	4	5	4	4	7	7	7	1	6
14	3	3	4	6	4	4	4	2	4
15	6	7	4	5	4	5	6	3	5

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

Resumen	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Trat. 1	15	60	4,000	1,857
Trat. 2	15	66	4,400	1,400
Trat. 3	15	63	4,200	1,171
Trat. 4	15	86	5,733	0,924
Trat. 5	15	84	5,600	1,257
Trat. 6	15	86	5,733	0,781
Trat. 7	15	79	5,267	1,067
Trat. 8	15	57	3,800	1,743
Trat. 9	15	86	5,733	0,638

Fuente: Elaboración propia (2017)

Anexo 7. Resultados del análisis microbiológico en el zumo optimizado.


Universidad Nacional "Jorge Basadre Grohmann" - Tacna
FACULTAD DE CIENCIAS
 Escuela Académico Profesional de: Biología-Microbiología
 

FORMATO DE INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO

I. DATOS DEL SOLICITANTE
 Usuario / Empresa : Luis Oscar Pacco Morán
 Dirección : Tacna

II. DATOS DEL MUESTREO
 Distrito : Tacna
 Provincia / Dpto. : Tacna
 Fecha y Hora : Viernes, 21 de abril del 2017 / 11:00 a.m.
 Lugar de muestreo : Tacna
 Punto de muestreo : Tacna

III. PERSONA QUE REALIZÓ LOS ANÁLISIS
 Dr. César Cáceda Quiroz
 Laboratorio de Microbiología – U.N.J.B.G. - Facultad de Ciencias - Tacna

IV. DATOS DE LA MUESTRA
 Producto : Jugo de granadilla (Bebida no carbonatada)
 Tamaño – Muestra : 50 ml (aproximadamente)
 Transporte de Muestra : En botella de vidrio ámbar

V. RESULTADO DE ENSAYO

CONTROL MICROBIOLÓGICO	RESULTADOS	REQUISITO MICROBIOLÓGICO: (Según Norma Sanitaria)
Enumeración de Coliformes totales	< 3 NMP/ml	< 3 ufc/ml
Recuento de mohos	< 1 x 10 ⁶ ufp/ml (Ausencia)	1 ufp/ml
Recuento de levaduras	< 1 x 10 ⁶ ufp/ml (Ausencia)	1 ufp/ml

VI. MÉTODO DE ENSAYO
 I.C.M.S.F. 2000. Microbiología de los Alimentos. Volumen I.

VII. CONCLUSIÓN
 La muestra analizada cumple con los requisitos microbiológico mencionados en la Norma Sanitaria sobre "Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano" (NTS N° 071 – MINSA/DIGESA-V.01, Lima-Perú), según Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA del 27 de agosto del 2008. Además, En consecuencia, **ES APTO** para el consumo humano.

Tacna, 27 de abril del 2017



Ciudad Universitaria Av. Miraflores s/n
 Apartado 316 Teléfono:052-583000 Anexo: 2102 - Fax 2101

Anexo 8. Ficha técnica de la enzima pectinolítica (Pectinex USP-L).

Pectinex[®] Ultra SP-L

Description

Pectinex Ultra SP-L is a highly active pectolytic enzyme preparation produced by a selected strain of *Aspergillus aculeatus*. This enzyme preparation contains pectolytic and a range of hemicellulolytic activities. It has the ability to disintegrate plant cell walls.

Product Properties

Product Type

Pectinex Ultra SP-L is a brownish liquid with a slight smell typical of fermented products and a pH of approx. 4.5.

Activity

Pectinex Ultra SP-L has a standard activity of 26,000 PG/ml (pH 3.5). The standard activity is determined by the measurement of the viscosity reduction of a solution of pectic acid at pH 3.5 and 20°C (68°F). See the Analytical Method for further information.

Solubility

The active components of Pectinex Ultra SP-L are readily soluble in water at all concentrations that occur in normal usage. Turbidity which may occur in the enzyme preparation has no influence on the volumetric activity or handling characteristics of the product.

Food-grade status

The product complies with FAO/WHO, JECFA and FCC specifications for food-grade enzymes, supplemented by maximum limits of 10⁷ moulds/g. The product is bottled aseptically after sterile filtration and therefore practically germ-free.

Packaging

See the standard Packaging List for more packaging information.

Application

The preparation is especially designed for the treatment of fruit and vegetable mashes and the maceration of plant tissues. Soluble and insoluble pectins as well as haze-provoking polysaccharides are also efficiently degraded. Pectinex Ultra SP-L applied on fruit and vegetable mashes and/or pomaces leads to drastically increased capacities in solid/liquid separation (e.g. press, decanter) and higher juice yields.

Reaction Parameters

Pectinex Ultra SP-L Activity

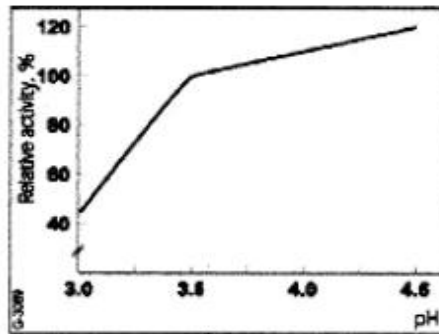


Fig. 1. Pectinase activity versus pH.
Polygalacturonase activity at 20°C (68°F)

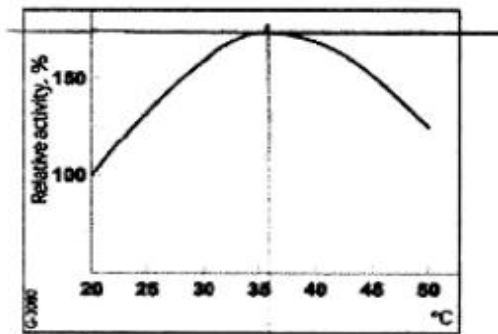


Fig. 2. Pectinase activity versus temperature.
Polygalacturonase activity at pH 3.5

Safety

Enzymes are proteins and inhalation of dust or aerosols may induce sensitization and may cause allergic reactions in sensitized individuals. Some enzymes may irritate the skin, eyes and mucous membranes upon prolonged contact.

The product may create easily inhaled aerosols if splashed or vigorously stirred. Spilled product may dry out and create dust.

Spilled material should be flushed away with water (avoid splashing). Left-over material may dry out and create dust.

A Material Safety Data Sheet is supplied with all products. See the Safety Manual for further information regarding how to handle the product safely.



Anexo 9. Norma técnica peruana de jugos, néctares y bebidas de fruta.

NORMA TÉCNICA PERUANA 2009

NTP 203.110

Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 31) Apartado 145

Lima, Perú

JUGOS, NÉCTARES Y BEBIDAS DE FRUTA. Requisitos

FRUIT JUICES, NECTARS AND BEVERAGES. Specifications

2009-06-24

1ª Edición

2009/INDECOPI-CNB. Publicada el 2009-07-12

Precio basado en 25 páginas

I.C.S: 67.160.20 ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Jugos, néctares, bebidas de frutas, requisitos.

RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Jugos, néctares de fruta y refrescos, mediante el Sistema 2 u Ordinario, durante los meses de febrero de 2008 a febrero de 2009, utilizando como antecedente a los documentos que se mencionan en el capítulo correspondiente.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Jugos, néctares de fruta y refrescos presentó a la Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias –CNB-, con fecha 2009-03-24, el PNTP 203.110:2009, para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2009-04-24. NTP 203.110:2009 JUGOS, NÉCTARES Y BEBIDAS DE FRUTA. Requisitos, 1ª Edición, el 12 de julio de 2009.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana reemplaza a las normas que se mencionan en el Anexo C. La presente Norma Técnica Peruana ha sido estructurado de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos que deben cumplir los jugos, néctares y bebidas de fruta envasada para consumo directo y es aplicada a los mismos.

2. REFERENCIA NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

2.1 Normas Técnicas Internacionales

2.1.1	ISO 2172:1983	Fruit Juice - Determination of soluble solids content - Pycnometric method
2.1.2	ISO 2173:2003	Fruit Juice - Determination of soluble solids content - Refractometric method
2.1.3	ISO 1842:1991	Fruit and vegetables products. Determination of pH
2.1.4	ISO 6557-1:1986	Fruits, vegetables and derived products -

3. Definiciones

Para los propósitos de esta norma técnica peruana se aplican las siguientes definiciones:

Jugo de fruta: líquido sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras.

Algunos jugos podrán elaborarse junto con sus pepitas, semillas y pieles, que no puedan eliminarse mediante las buenas prácticas de fabricación (BPF).

Los jugos podrán ser turbios o claros y podrán contener componentes restablecidos¹ de sustancias aromáticas, elementos todos ellos que deberán obtenerse por procedimientos físicos adecuados y que deberán proceder del mismo tipo de fruta. Podrán añadirse pulpa y células² obtenidas por procedimientos físicos adecuados del mismo tipo de fruta.

Un jugo de un sólo tipo es el que se obtiene de un solo tipo de fruta. Un jugo mixto es el que se obtiene mezclando dos o más jugos y purés de diferentes tipos de frutas.

El jugo de fruta se obtiene como sigue:

Jugo de fruta exprimido: Jugo obtenido directamente por procedimiento de extracción mecánica.

Jugo de fruta a partir de concentrados: Obtenido mediante la reconstitución con agua potable, del jugo concentrado de fruta, definido en el apartado 3.2 .

Jugo concentrado de fruta: Producto que se ajusta a la definición del apartado 3.1, salvo que se ha eliminado físicamente el agua en cantidad suficiente para elevar los grados brix establecido para el jugo reconstituido de la misma fruta en al menos 50% (véase el Anexo A). Los jugos concentrados de fruta podrán contener sustancias aromáticas reincorporadas, obtenidas del mismo tipo de fruta por procedimientos físicos adecuados. Podrán añadirse pulpa y células² del mismo tipo de fruta obtenidos por procedimientos físicos adecuados.”

Jugo de fruta extraído con agua: Es el producto que se obtiene por difusión con agua de:

- fruta pulposa entera cuyo jugo no puede extraerse por procedimientos físicos.
- fruta deshidratada entera.

¹ Se permite la introducción de aromas y aromatizantes para restablecer el nivel de estos componentes hasta alcanzar la concentración normal que se obtiene en el mismo tipo de fruta.

² Pulpa de fruta es la parte sólida comestible de las frutas (sólidos insolubles), que ha sido separada del jugo, por la acción de moler, exprimir, deshuesar y tamizar. En el caso de los cítricos, la pulpa y las células son la envoltura del jugo obtenido del endocarpio.

Estos productos podrán ser concentrados y reconstituidos.

El contenido de sólidos del producto acabado deberá satisfacer el valor mínimo de grados Brix para el jugo reconstituido que se especifica en el Anexo A.

Puré de fruta utilizado en la elaboración de jugos y néctares de frutas: Es el producto sin fermentar, pero fermentable, obtenido mediante procedimientos idóneos, por ejemplo tamizando, triturando o desmenuzando la parte comestible de la fruta entera o pelada sin eliminar el jugo. La fruta deberá estar en buen estado, debidamente madura. El puré de fruta podrá contener componentes restablecidos³, de sustancias aromáticas y aromatizantes volátiles, elementos todos ellos que deberán obtenerse por procedimientos físicos adecuados y que deberán proceder del mismo tipo de fruta. Podrán añadirse pulpa y células⁴ obtenidas por procedimientos físicos adecuados del mismo tipo de fruta.

Puré concentrado de fruta utilizado en la elaboración de jugos y néctares de frutas: Se obtiene mediante la eliminación física de agua del puré de fruta en una cantidad suficiente para elevar el nivel de grados Brix en un 50 % más que el valor Brix establecido para el jugo reconstituido de la misma fruta, según se indica en el Anexo A. El puré concentrado de fruta podrá contener componentes restablecidos⁵, de sustancias aromáticas, elementos todos ellos que deberán obtenerse por procedimientos físicos adecuados y que deberán proceder del mismo tipo de fruta.

Néctar de fruta: Es el producto sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene añadiendo agua, con o sin adición de azúcares, de miel y/o jarabes, y/o edulcorantes, a productos definidos en los apartados 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 o una mezcla de éstos. Podrán añadirse sustancias aromáticas³ (naturales, idénticos a los naturales, artificiales o una mezcla de ellos), permitidos por la autoridad sanitaria nacional competente o en su defecto por el Codex Alimentarius, También puede añadirse pulpa y células procedentes del mismo tipo de fruta. Deberá satisfacer además los requisitos para los néctares de fruta que se definen en el

³ Se permite la introducción de aromas y aromatizantes para restablecer el nivel de estos componentes hasta alcanzar la concentración normal que se obtiene en el mismo tipo de fruta.

⁴ Pulpa de fruta es la parte sólida comestible de las frutas (sólidos insolubles), que ha sido separada del jugo, por la acción de moler, exprimir, deshuesar y tamizar. En el caso de los cítricos, la pulpa y las células son la envoltura del jugo obtenido del endocarpio.

⁵ Se permite la introducción de aromas y aromatizantes para restablecer el nivel de estos componentes hasta alcanzar la concentración normal que se obtiene en el mismo tipo de fruta.

Anexo A. Un néctar mixto de fruta se obtiene a partir de dos o más tipos diferentes de fruta.

Bebidas de fruta: Es el producto sin fermentar, pero fermentable, obtenido mediante la dilución con agua del jugo (concentrados o sin concentrar o la mezcla de estos, provenientes de una o más frutas), y la adición de ingredientes y otros aditivos permitidos. Podrán añadirse pulpa y células obtenidas por procedimientos físicos adecuados del mismo tipo de fruta.

Podrán añadirse sustancias aromáticas³ (naturales, idénticos a los naturales, artificiales o una mezcla de ellos), permitidos por la autoridad sanitaria nacional competente o en su defecto por el Codex Alimentarius, también pueden añadirse pulpa y células procedentes del mismo tipo de fruta.

Las bebidas de fruta, son similares a los néctares de fruta, con la diferencia que, en lugar de contener un mínimo de 20 % de sólidos solubles del jugo o puré que lo origina, contienen un mínimo de 10 % de sólidos solubles. Para frutas con alta acidez (acidez natural mínima de 0,4 %, expresada en su equivalente a ácido cítrico anhidro), el aporte mínimo será de 5 % de sólidos solubles de la fruta.

4. FACTORES ESENCIALES DE COMPOSICIÓN Y CALIDAD

4.1 Composición

4.1.1 Ingredientes básicos

Para los jugos de frutas exprimidos directamente, el nivel de grados Brix será el correspondiente al del jugo exprimido de la fruta, y el contenido de sólidos solubles del jugo de concentración natural no se modificará salvo para mezclas del mismo tipo de jugo. En ambos casos, deberán cumplir con el nivel mínimo de grados Brix establecido en el Anexo A.

- a) La preparación de jugos de frutas que requieran la reconstitución de jugos concentrados, deberá ajustarse al nivel mínimo de grados Brix establecido en el Anexo A, con exclusión de los sólidos de cualesquiera de los ingredientes y aditivos facultativos añadidos. Si en el Anexo A no se ha especificado el nivel de grados Brix, este se calculará sobre la base del contenido de sólidos solubles del jugo de concentración natural utilizado para producir tal jugo concentrado.

4.2 Criterios de calidad

Los jugos, néctares y bebidas de frutas deberán tener el color, aroma y sabor característicos del jugo del mismo tipo de fruta de la cual proceden.

4.2.1 Autenticidad: Se entiende por autenticidad al mantenimiento en el producto de las características físicas, químicas, sensoriales y nutricionales naturales de la fruta o frutas de las que proceden.

4.2.2 Verificación de la composición, calidad y autenticidad

Los jugos, néctares y bebidas de frutas deberán someterse a pruebas para determinar su autenticidad, composición y calidad cuando sea pertinente y necesario. Los métodos de análisis utilizados son los establecidos en el Anexo B o métodos alternativos reconocidos internacionalmente.

La verificación de la autenticidad/calidad de una muestra puede ser evaluada por comparación de datos para la muestra, generados usando métodos apropiados incluidos en esta NTP, con aquellos producidos para la fruta del mismo tipo y de la misma región, permitiendo variaciones naturales, cambios estacionales y por variaciones ocurridas debido a la elaboración /procesamiento.

Cuando exista sospecha de adulteración, se sugiere que la verificación de composición, calidad y autenticidad se realice verificando en la planta de procesamiento los registros de insumos utilizados, para comprobar que se cumplan las proporcionalidades que la NTP señale, como complemento a los análisis químicos del producto.

5. ADITIVOS

En los alimentos regulados en la presente Norma Técnica Peruana podrán emplearse los aditivos alimentarios permitidos por la autoridad sanitaria nacional competente o en su defecto por la Norma General del Codex para los Aditivos Alimentarios.

6. COADYUVANTES DE ELABORACIÓN

En los alimentos regulados en la presente Norma Técnica Peruana podrán emplearse los coadyuvantes de elaboración permitidos por la autoridad sanitaria nacional competente o en su defecto por las normas del Codex Alimentarius establecidas para este fin.

7. CONTAMINANTES

7.1 Residuos de plaguicidas

Los productos regulados por las disposiciones de esta NTP deberán cumplir con los límites máximos para residuos de plaguicidas establecidos por la autoridad nacional competente o la Comisión del Codex Alimentarius para estos productos.

7.2 Otros contaminantes

Los productos regulados por las disposiciones de esta NTP deberán cumplir con los niveles máximos para contaminantes establecidos por la autoridad nacional competente o por la Comisión del Codex Alimentarius para estos productos.

8. Requisitos específicos para jugos y purés de frutas:

8.1 Requisitos específicos para los néctares de frutas:

- a) El néctar puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

- b) El néctar debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.
- c) El néctar de fruta debe tener un pH menor de 4.5 (determinado según la Norma ISO 1842)
- d) El contenido de sólidos solubles provenientes de la fruta presentes en el néctar deberá ser mayor o igual al 20 % m/m de los sólidos solubles contenidos en el jugo original para todas las variedades de frutas tal como se indica en el Anexo A, excepto para aquellas que por su alta acidez natural no permitan estos porcentajes. Para los néctares de estas frutas de alta acidez, el contenido de jugo o puré deberá ser el suficiente para alcanzar una acidez natural mínima de 0,4 %, expresada en su equivalente a ácido cítrico.

Requisitos específicos para los jugos y purés concentrados

- a) El jugo concentrado puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.
- b) El puré concentrado debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.
- d) El jugo y el puré concentrado, con azúcar o no, debe estar exento de olores o sabores extraños a su naturaleza.
- e) El contenido de sólidos solubles (grados brix) del jugo concentrado será por lo menos, un 50 % mas que el contenido de sólidos solubles en el jugo original. (Véase el Anexo A).

Requisitos específicos para las bebidas de frutas:

- a) El contenido de sólidos solubles provenientes de la fruta presentes en las bebidas deberán ser mayor o igual al 10 % m/m de los sólidos solubles contenidos en el jugo original para todas las variedades de frutas tal como se indica en el Anexo A, excepto para aquellas que por su alta acidez natural no permitan estos porcentajes. Para frutas con alta acidez (acidez natural mínima de 0,4 %, expresada en su equivalente a ácido cítrico anhidro), el aporte mínimo será de 5 % de sólidos solubles de la fruta.

El pH será inferior a 4,5

El contenido mínimo de sólidos solubles (° Brix) presentes en la bebida debe corresponder al mínimo de aporte de jugo o puré, referido en el Anexo A de la presente NTP.

8.2 Requisitos físico químicos

Los jugos, néctares y las bebidas de la presente NTP, deben cumplir con las especificaciones (grados brix) establecidas en el Anexo A con la metodología establecida en la Norma ISO 2172 o la Norma ISO 2173.

8.3 Requisitos microbiológicos

TABLA1 - Requisitos microbiológicos para Jugos, Néctares y Bebidas de Frutas

	n	m	M	c	Método de Ensayo
Coliformes NMP/cm ³	5	<3	--	0	FDA BAM On Line ICMSF
Recuento estándar en placa REP UFC/ cm ³	5	10	100	2	ICMSF
Recuento de mohos UFC/cm ³	5	1	10	2	ICMSF
Recuento de levaduras UFC/cm ³	5	1	10	2	ICMSF

En donde:

- n = número de muestras por examinar.
- m = índice máximo permisible para identificar el nivel de buena calidad.
- M = índice máximo permisible para identificar el nivel aceptable de calidad.
- c = número máximo de muestras permisibles con resultados entre m y M.
- < = léase menor a .

9. MUESTREO

9.1 El muestreo debe realizarse de acuerdo con la norma ISO 3951-1.

9.2 Criterios de Aceptación o rechazo.

Si la muestra ensayada no cumple con uno o más de los requisitos indicados en esta NTP, se rechazará el lote. En caso de discrepancia, se repetirán los ensayos sobre la muestra reservada para tales efectos. Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso, será motivo para rechazar el lote.

ANEXO A
(NORMATIVO)
CONTENIDO MÍNIMO DE SÓLIDOS SOLUBLES
(GRADOS BRUX) PARA JUGOS, PURÉS Y BEBIDAS DE
FRUTA

Nombre Botánico	Nombre común de la fruta	Nivel mínimo de grados Brix para jugo de fruta (a partir de exprimidos, reconstituido, purés)	Néctares mínimo 20 % de puré y/o jugo en el néctar ⁶	Bebidas mínimo 10 % de puré y/o jugo en el néctar
<i>Anacardium occidentale L.</i>	Manzana de acajú	10	2,0	1,0
<i>Ananas comosus (L.) Merrill</i> <i>Ananas sativis L. Schult F.</i>	Piña	10	2,0	1,0
<i>Annona muricata L.</i>	Guanábana, Cachimón espinoso	14,5	2,9	1,45
<i>Annona squamosa L.</i>	Anona blanca	14,5	2,9	1,45
<i>Averrhoa carambola L.</i>	Carambola	7,5	1,5	0,75
<i>Carica papaya L.</i>	Papaya	7	1,4	0,7
<i>Citrullus lanatus (Thumb.) Matsum & Naki</i> var. Lanatus	Sandía	8,0	1,6	0,8

<i>Fragaria x. Ananassa Duchense (Fragaria chiloensis Duchesne x Fragaria virginiana Duchesne)</i>	Fresa (frutilla)	7,5	1,5	0,75
<i>Lycopersicum esculentum L.</i>	Tomate	5,0	1,0	0,5
<i>Malus domestica Borkh.</i>	Manzana	10	2,0	1,0
<i>Malus prunifolia (Willd.) Borkh. Malus sylvestris Mill.</i>	Manzana silvestre	15,4	3,08	1,54
<i>Mammea americana</i>	Mamey	13	2,6	1,3
<i>Mangifera indica L.</i>	Mango	10	2,0	1,0
<i>Morus sp.</i>	Mora	6,5	1,3	0,65
Musa: Especies incluidas M. <i>acuminata</i> y M. <i>paradisiaca</i> pero excluyendo los otros plátanos	Banana, banano, Plátano	18	3,6	1,8
<i>Pasiflora edulis</i>	Granadilla amarilla	12	2,4	1,2
<i>Prunus avium L.</i>	Cereza dulce	20	4	2
<i>Prunus armeniaca L.</i>	Albaricoque, chabacano, damasco	11,5	2,3	1,15
<i>Prunus cerasus L.</i>	Cereza agria	14,0	2,8	1,4
<i>Prunus cerasus L. c.v. Stevnsbaer</i>	Guinda	17,0	3,4	1,7

ANEXO B
(NORMATIVO)

MÉTODOS DE ANÁLISIS

DISPOSICION	MÉTODO	PRINCIPIO	TIPO
Ácido L-ascórbico (aditivos)	Método IFU N° 17A	CLAR (HPLC)	II
Ácido L-ascórbico (aditivos)	ISO 6557-1	Espectrometría de fluorescencia	IV
Ácido L-ascórbico (aditivos)	AOAC 967.21 ISO 6557-2	Método de indofenol	III
Ácido benzoico y sus sales	ISO 5518 ISO 6560	Espectrometría	III
Ácido benzoico y sus sales; Ácido sórbico y sus sales	Método IFU N° 63 NMKL 124	CLAR (HPLC)	II
Dióxido de carbono (aditivos y Coadyuvantes de elaboración)	Método IFU N° 42	Titulometría (titulación indirecta después de la precipitación)	IV
Ácido cítrico ¹¹ (aditivos)	AOAC 986.13	CLAR (HPLC)	II
Ácido cítrico ¹¹ (aditivos)	UNE EN 1137 Método IFU N° 22	Determinación enzimática	III

¹¹ Todos los zumos excepto los zumos (jugos) a base de cítrico

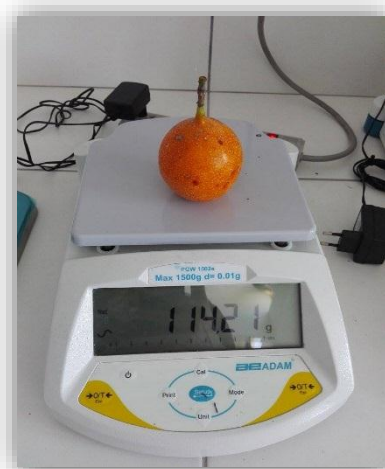
Glucosa y fructosa (ingredientes permitidos)	UNE EN 12630 Método IFU N° 67 NMKL 148	CLAR (HPLC)	III
Glucosa-D y fructosa-D (ingredientes permitidos)	UNE EN 1140 Método IFU N° 55	Determinación enzimática	II
Ácido málico (aditivos)	AOAC 993.05	Determinación enzimática y CLAR	III
Ácido málico -D	UNE EN 12138 Método IFU N° 64	Determinación enzimática	II
Ácido málico -D En zumo (jugo) de manzana	AOAC 995.06	CLAR (HPLC)	II
Ácido málico -L	UNE EN 1138 Método IFU N° 21	Determinación enzimática	II
Pectina (aditivos)	Método IFU N° 26	Precipitación/fotometría	I
Conservantes en los zumos (jugos) de fruta (ácido sórbico y sus sales)	ISO 5519	Espectrometría	III
Sacarina	NMKL 122	Cromatografía líquida	II
Sólidos solubles	AOAC 983.17 UNE EN 12143 Método IFU N° 8 ISO 2173	Indirecto por refractometría	I
Sucrosa (sacarosa) (ingredientes permitidos)	UNE EN 12146 Método IFU N° 56	Determinación enzimática	III

Anexo 10. Panel fotográfico del proceso de extracción de zumo de granadilla mediante tratamiento enzimático.

FOTOGRAFÍA 1. Fruta de granadilla.



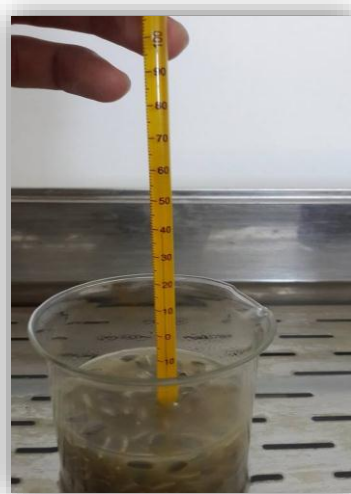
FOTOGRAFÍA 2. Selección y clasificación de la fruta.



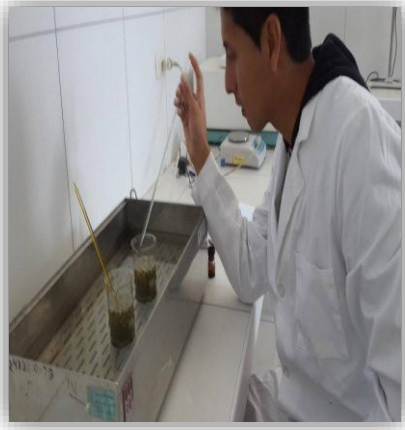
FOTOGRAFÍA 3. Pesado de la pulpa



FOTOGRAFÍA 4. Tratamiento térmico



FOTOGRAFÍA 5. Adición de enzimas



FOTOGRAFÍA 6. Zumo enzimado.



FOTOGRAFÍA 7. Semillas de granadilla después del tratamiento enzimático.



FOTOGRAFÍA 8. Pausterización.



PANEL FOTOGRÁFICO DE DETERMINACIÓN REOLÓGICA.

FOTOGRAFÍA 9. Medición de la viscosidad (viscosímetro Brookfield)



FOTOGRAFÍA 10. Tabla de factores reológicos.

LV Series Viscometer							
1		2		3		4	
.3	200	.3	1K	.3	4K	.3	20K
.6	100	.6	500	.6	2K	.6	10K
1.5	40	1.5	200	1.5	800	1.5	4K
3	20	3	100	3	400	3	2K
6	10	6	50	6	200	6	1K
12	5	12	25	12	100	12	500
30	2	30	10	30	40	30	200
60	1	60	5	60	20	60	100

PANEL FOTOGRÁFICO DE DETERMINACIONES FISICOQUÍMICAS.

FOTOGRAFÍA 11. Determinación del pH (potenciómetro)



FOTOGRAFÍA 12. Determinación de cenizas (autoclave)



FOTOGRAFÍA 13. Determinación de proteínas (digestión y destilación)



FOTOGRAFÍA 14. Determinación de vitamina C (ácido oxálico y titulación)



FOTOGRAFÍA 15. Determinación cualitativa de la pectina (formación de grumos en alcohol de 96°)



FOTOGRAFÍA 16. Determinación cuantitativa de la pectina
(precipitado con alcohol, filtración, pectina seca)



FOTOGRAFÍA 17.
Determinación de humedad
(estufa)



FOTOGRAFÍA 18. Determinación
de grados Brix (refractómetro
ABBE)



PANEL FOTOGRÁFICO DEL PROCESO DE ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES.

FOTOGRAFÍA 19. Prueba de evaluación de las características sensoriales.

