

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS DE PASTEURIZACIÓN EN LAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS

Y SENSORIALES DE UNA BEBIDA VEGETAL

A BASE DE AVENA (*Avena sativa*)

TESIS

Presentada por:

Bach. JOHANA ORIANA MAMANI COLQUEHUANCA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

TACNA-PERÚ

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

TESIS

**INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS DE PASTEURIZACIÓN EN LAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS
Y SENSORIALES DE UNA BEBIDA VEGETAL
A BASE DE AVENA (*Avena sativa*)**

Tesis sustentada y aprobada el 13 de Agosto del 2024, siendo el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE:


.....
Dr. ALCIDO ESCOBAR MAQUERA

SECRETARIO:


.....
Dr. SAMUEL ROMÁN CERRO RUÍZ

VOCAL:


.....
MSc. ROLANDO CÉSPEDES ROSSEL

ASESOR:


.....
Dra. LILIANA DEL CARMEN LANCHIPA BERGAMINI

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, **Liliana del Carmen Lanchipa Bergamini**, en condición de ASESORA acreditado con Resolución de facultad N°6180-2020-FCAG del 21 de Setiembre del 2020 del Trabajo de tesis titulado **“INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS DE PASTEURIZACIÓN EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIALES DE UNA BEBIDA VEGETAL A BASE DE AVENA (*Avena sativa*)”**

Presentado por la Bachiller **Johana Oriana Mamani Colquehuanca** para optar el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias.

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y similitud de trabajos de investigación y producción intelectual de la UNJBG; considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual TURNITIN, cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 9% por lo que **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la tesis enunciado líneas arriba, la cual esta expedita para continuar con los tramites para optar el título profesional ingeniero de industrias alimentarias, según corresponda para su publicación en el Repositorio Institucional.

Tacna 5 de setiembre 2024.

FIRMA ASESOR

DNI :00427135

Dra. Liliana del Carmen Lanchipa Bergamini



Huella dactilar

FIRMA AUTOR

DNI .47138082

Bach. Johana Oriana Mamani Colquehuanca



Huella dactilar

DEDICATORIA

"Dedico este trabajo a mi familia, cuyo amor, apoyo y guía han sido mi faro en los momentos más desafiantes. A mis padres, por su inagotable paciencia y fe en mis capacidades, y a mis hermanos, por ser una constante nota de inspiración y alegría en mi vida y a mi novio Yimmy por ser mi apoyo y fuerza incondicional en los momentos más difíciles. Este logro es también suyo, como un testimonio de su incansable dedicación y sacrificio."

AGRADECIMIENTOS

"Quiero ante todo agradecer a Dios por Bendecirme y guiarme en este largo camino de la vida que aprendo día tras día y a mi familia, seres queridos por su apoyo constante, expresar mi más profundo agradecimiento a mi asesor de tesis, cuya experiencia, paciencia y sabiduría han sido cruciales en el desarrollo de este trabajo. Finalmente, agradezco a todos aquellos que, de una manera u otra, contribuyeron a que este trabajo de tesis se convirtiera en una realidad."

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1.Descripción del problema.....	4
1.2. Formulación del problema.....	6
1.2.1. Formulación del problema general	6
1.2.2. Formulación de los problemas específicos.....	6
1.3. Delimitación de la investigación	7
1.4. Justificación e importancia de la investigación.....	8
1.5. Limitaciones	9
CAPÍTULO II OPERATIVIDAD TEÓRICA.....	10
2.1. Objetivos	10
2.1.1. Objetivo General	10
2.1.2. Objetivos Específicos	10
CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	11
3.1. Antecedentes de la Investigación	11
3.2. Bases teóricas de la avena	18

3.2.1.	Origen de la avena	18
3.2.2.	Principales productores de avena a nivel mundial	18
3.2.3.	Principales países importadores de avena a nivel mundial	20
3.2.4.	Producción de avena en Perú	21
3.2.5.	Producción de avena por regiones en el Perú.....	22
3.2.6.	Importación de avena en Perú	24
3.2.7.	Características de la avena	25
3.2.8.	Taxonomía de la avena	26
3.2.9.	Propiedades nutricionales de la avena.....	26
3.2.10.	Información nutricional de la avena.....	28
3.2.11.	Valor nutricional de la bebida vegetal de avena.....	28
3.2.12.	Denominación de la bebida vegetal de avena.....	29
3.2.13.	Normas y estándares de calidad establecidos para la bebida vegetal a base de avena	30
3.2.14.	Procedimiento de elaboración de la bebida vegetal de avena	32
3.3.	Bases teóricas de la pasteurización.....	36
3.3.1.	Definición.....	36
3.3.2.	Objetivos de la pasteurización.....	37
3.3.3.	Parámetros de pasteurización.....	37
3.3.4.	Influencia de la pasteurización en la calidad microbiológica	38
3.3.5.	Influencia de la pasteurización en las características del producto.....	39
3.3.6.	Aplicación de la pasteurización en bebidas de avena	40
3.4.	Definiciones conceptuales	41
CAPÍTULO IV DISEÑO METODOLÓGICO.....		43
4.1.	Variables	43
4.1.1.	Identificación de variables	43
4.1.2.	Indicadores de las variables	44
4.1.3.	Escala de medición de la etapa de pasteurización.....	44
4.2.	Operacionalización de las variables.....	47

4.3. Hipótesis	48
4.3.1. General	48
4.3.2. Específicas	49
4.4. Material	49
4.4.1. Ubicación geográfica y temporal	49
4.4.2. Unidad de estudio	50
4.4.3. Población y muestra	50
4.5. Método de la investigación.....	52
4.5.1. Tipo y diseño de la investigación.....	52
4.5.2. Diseño experimental.....	52
4.5.3. Flujograma de la obtención de bebida vegetal de avena	56
4.5.4. Materiales y equipos	61
4.5.4.1. Materia prima.....	61
4.5.4.2. Materiales	61
4.5.4.3. Equipos para el proceso de la fase experimental a escala de laboratorio	61
4.5.4.4. Instrumentos de medición.....	62
4.5.5. Recolección de datos	62
4.5.6. Normas técnicas para el análisis de las muestras.....	63
4.5.6.1. Análisis Físicoquímico.....	63
4.5.6.2. Análisis químico proximal	63
4.5.6.3. Análisis sensorial	63
4.5.6.4. Análisis microbiológico (producto óptimo).....	64
4.5.7. Análisis estadísticos	65
CAPÍTULO V PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	66
5.1. Resultados del Análisis Físicoquímico de la bebida de avena	66
5.1.1. Resultados del análisis de acidez por titulación	66
5.1.2. Resultados del análisis de densidad	69

5.1.3.	Resultados del análisis de pH	71
5.1.4.	Resultados del análisis de sólidos solubles	73
5.2.	Resultados del análisis proximal de la bebida de avena.....	75
5.2.1.	Resultados del análisis de humedad.....	75
5.2.2.	Resultados del análisis de cenizas.....	78
5.2.3.	Resultados del análisis de grasas	80
5.2.4.	Resultados del análisis de proteína.....	83
5.2.5.	Resultados del análisis de fibra.....	85
5.2.6.	Resultados del análisis de carbohidratos	88
5.3.	Resultados del análisis sensorial	91
5.3.1.	Análisis de igualdad entre los tratamientos	91
5.3.2.	Análisis del atributo organoléptico del color	92
5.3.3.	Análisis del atributo organoléptico del olor	95
5.3.4.	Análisis del atributo organoléptico del sabor	98
5.3.5.	Análisis del atributo organoléptico de la consistencia	101
5.3.6.	Análisis del atributo organoléptico de la apariencia.....	105
5.3.7.	Consolidado de resultados del Análisis Sensorial	107
5.4.	Resultados del análisis microbiológico	110
5.4.1.	Resultado de microorganismos aerobios mesófilos viables	111
5.4.2.	Resultados de la enumeración de mohos y levaduras	111
5.4.3.	Análisis de recuento de coliformes totales	111
5.4.4.	Recuento de coliformes termotolerantes.....	112
5.5.	Caracterización del producto óptimo.....	112
5.6.	Comparación del producto óptimo con un producto comercial	113
5.7.	Análisis comparativo de los ingredientes entre la bebida experimental y la comercial.....	115
5.8.	Flujo definitivo de la elaboración de la bebida de avena.....	116
5.9.	Balance de masa de la bebida de avena optimizado	118
5.10.	Análisis de comprobación de hipótesis	119

5.10.1. Comprobación de primera hipótesis específica.....	119
5.10.2. Comprobación de segunda hipótesis específica	121
5.10.3. Comprobación de tercera hipótesis específica.....	123
5.10.4. Comprobación de cuarta hipótesis específica	125
5.10.5. Comprobación de la hipótesis general	127
CAPÍTULO VI DISCUSIÓN	130
CONCLUSIONES.....	133
RECOMENDACIONES	135
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	136
ANEXOS	145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Productores de avena a nivel mundial 2012-2019</i>	18
Tabla 2. <i>Productores de avena a nivel mundial 2020-2022</i>	19
Tabla 3. <i>Importaciones mundiales de avena bruta por país, variación en el periodo y participación 2013-2019</i>	20
Tabla 4. <i>Producción de avena en el Perú 2012-2022</i>	21
Tabla 5. <i>Producción de avena por región en Perú periodo enero-abril 2022</i> ...	23
Tabla 6. <i>Importación de avena en Perú desde Chile (periodo 2021-2022)</i>	24
Tabla 7. <i>Clasificación taxonómica de la avena</i>	26
Tabla 8. <i>Propiedades nutricionales de la avena (100g)</i>	28
Tabla 9. <i>Valor nutricional de la bebida vegetal de avena, porción 200 ml (1 vaso)</i>	29
Tabla 10. <i>Parámetros de pasteurización sugeridos para la bebida vegetal de avena utilizados por otros autores</i>	46
Tabla 11. <i>Operacionalización de las variables independientes</i>	47
Tabla 12. <i>Operacionalización de las variables dependientes</i>	48
Tabla 13. <i>Cantidad de materia prima utilizada para la elaboración de bebida vegetal de avena</i>	51
Tabla 14. <i>Matriz de diseño experimental</i>	52

Tabla 15. <i>Cantidades de avena y agua recomendadas para el “Pesado y mezclado”</i>	54
Tabla 16. <i>Materiales de la fase experimental a escala de laboratorio</i>	61
Tabla 17. <i>Equipos de la fase experimental a escala de laboratorio</i>	62
Tabla 18. <i>Instrumentos de medición de la fase experimental a escala de laboratorio</i>	62
Tabla 19. <i>Parámetros de análisis microbiológicos</i>	65
Tabla 20. <i>Resumen de contraste de hipótesis de igualdad entre los tratamientos</i>	91
Tabla 21. <i>Rangos promedio del atributo sensorial del color</i>	93
Tabla 22. <i>Rangos promedio del atributo sensorial del olor</i>	96
Tabla 23. <i>Rangos promedio del atributo del sabor</i>	99
Tabla 24. <i>Rangos promedio del atributo de la consistencia</i>	102
Tabla 25. <i>Rangos promedio del atributo de apariencia</i>	105
Tabla 26. <i>Valores finales de los tratamientos del análisis sensorial</i>	108
Tabla 27. <i>Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables</i>	111
Tabla 28. <i>Recuento de mohos y levaduras</i>	111
Tabla 29. <i>Recuento de coliformes totales</i>	112
Tabla 30. <i>Recuento de coliformes termotolerantes</i>	112
Tabla 31. <i>Características de la bebida de avena óptima a 75°C x 10 min</i>	113

Tabla 32. <i>Características comparativas entre la bebida de avena elaborada con una comercial</i>	113
Tabla 33. <i>Características comparativas de los ingredientes entre la bebida de avena elaborada con una comercial</i>	115
Tabla 34. <i>Balance de masa de la bebida de avena</i>	119
Tabla 35. <i>Resultados de la influencia de los parámetros de pasteurización en las características fisicoquímicas de la bebida de avena</i>	120
Tabla 36. <i>Análisis de influencia de los parámetros de pasteurización en las características químico proximales de la bebida de avena</i>	122
Tabla 37. <i>Análisis de influencia de los parámetros de pasteurización en las características sensoriales de la bebida de avena</i>	124
Tabla 38. <i>Resultados del análisis de relación de parámetros de pasteurización con las características microbiológicas de la bebida de avena</i>	126
Tabla 39. <i>Resultados del análisis de relación de parámetros de pasteurización con las características de la bebida de avena</i>	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Producción de avena en el Perú periodo 2012-2022</i>	22
Figura 2. <i>Importación de avena a Perú de Chile periodo 2021-2022 (Miles de t)</i>	25
Figura 3. <i>Influencia de variables independientes sobre las dependientes</i>	43
Figura 4. <i>Diagrama de bloques para la bebida vegetal de avena</i>	57
Figura 5. <i>Diseño tipo experimental de la bebida vegetal de avena</i>	58
Figura 6. <i>Diseño predictivo del balance de masa de la bebida vegetal de avena</i>	59
Figura 7. <i>Análisis del producto final</i>	60
Figura 8. <i>Análisis de los componentes principales del contenido de acidez</i> ...	67
Figura 9. <i>Análisis de optimización del contenido de Acidez</i>	68
Figura 10. <i>Análisis de los componentes principales sobre la densidad</i>	69
Figura 11. <i>Análisis de optimización de la Densidad</i>	70
Figura 12. <i>Análisis de los componentes principales sobre el pH</i>	72
Figura 13. <i>Análisis de optimización del pH</i>	73
Figura 14. <i>Análisis de los componentes principales sobre los sólidos solubles</i>	74
Figura 15. <i>Análisis de optimización del contenido de sólidos solubles</i>	75
Figura 16. <i>Análisis de los componentes principales del % humedad</i>	76

Figura 17. <i>Análisis de optimización del contenido de humedad</i>	77
Figura 18. <i>Análisis de los componentes principales sobre el contenido de cenizas</i>	79
Figura 19. <i>Análisis de optimización del contenido de cenizas</i>	80
Figura 20. <i>Análisis de los componentes principales sobre el contenido de grasas</i>	81
Figura 21. <i>Análisis de optimización del contenido de grasas</i>	82
Figura 22. <i>Análisis de los componentes principales sobre el contenido de proteínas</i>	84
Figura 23. <i>Análisis de optimización del contenido de proteínas</i>	85
Figura 24. <i>Análisis de los componentes principales sobre el contenido de fibra</i>	87
Figura 25. <i>Análisis de optimización del contenido de fibra</i>	88
Figura 26. <i>Análisis de los componentes principales sobre el contenido de carbohidratos</i>	89
Figura 27. <i>Análisis de optimización del contenido de carbohidratos</i>	90
Figura 28. <i>Gráfico de los rangos promedio del atributo del color</i>	93
Figura 29. <i>Análisis de optimización del atributo sensorial del “color”</i>	94
Figura 30. <i>Gráfico de los rangos promedio del atributo del olor</i>	96
Figura 31. <i>Análisis de optimización del atributo sensorial del “olor”</i>	97
Figura 32. <i>Gráfico de los rangos promedio del atributo del sabor</i>	100
Figura 33. <i>Análisis de optimización del atributo sensorial del “sabor”</i>	101

Figura 34.	<i>Gráfico de los rangos promedio del atributo de la consistencia ...</i>	103
Figura 35.	<i>Análisis de optimización del atributo sensorial de “consistencia” .</i>	104
Figura 36.	<i>Gráfico de los rangos promedio del atributo de apariencia</i>	106
Figura 37.	<i>Análisis de optimización del atributo sensorial de la “apariencia”</i>	107
Figura 38.	<i>Valoraciones finales de los tratamientos en el Análisis Sensorial</i>	109
Figura 39.	<i>Perfil sensorial de la bebida optimizada de avena</i>	110
Figura 40.	<i>Flujo definitivo de la bebida de avena</i>	117
Figura 41.	<i>Diagrama de balance de materia de masa de la bebida optimizada</i>	118

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Elaboración experimental de la bebida de avena</i>	145
Anexo 2. <i>Análisis fisicoquímico de la bebida de avena</i>	147
Anexo 3. <i>Informe de resultados del análisis proximal de la bebida de avena</i>	149
Anexo 4. <i>Resultados del Análisis de acidez total</i>	150
Anexo 5. <i>Resultados del Análisis de densidad</i>	150
Anexo 6. <i>Resultados del Análisis de pH</i>	150
Anexo 7. <i>Resultados del Análisis de °Brix</i>	150
Anexo 8. <i>Resultados del Análisis de humedad</i>	151
Anexo 9. <i>Resultados del Análisis de cenizas</i>	151
Anexo 10. <i>Resultados del Análisis de grasas</i>	151
Anexo 11. <i>Resultados del Análisis de proteínas</i>	151
Anexo 12. <i>Resultados del Análisis de fibra</i>	152
Anexo 13. <i>Resultados del Análisis de carbohidratos</i>	152
Anexo 14. <i>Resultados del atributo del color</i>	152
Anexo 15. <i>Resultados del atributo del olor</i>	152
Anexo 16. <i>Resultados del atributo de sabor</i>	153
Anexo 17. <i>Resultados del atributo consistencia</i>	153
Anexo 18. <i>Resultados del atributo apariencia</i>	153
Anexo 19. <i>Análisis de regresión de la acidez</i>	154
Anexo 20. <i>Análisis de regresión de la densidad</i>	154
Anexo 21. <i>Análisis de regresión de del pH</i>	154
Anexo 22. <i>Análisis de regresión de °Brix</i>	154

Anexo 23. <i>Análisis de regresión de humedad</i>	154
Anexo 24. <i>Análisis de regresión de cenizas</i>	154
Anexo 25. <i>Análisis de regresión del contenido de grasas</i>	154
Anexo 26. <i>Análisis de regresión del contenido de proteínas</i>	154
Anexo 27. <i>Análisis de regresión del contenido de fibra</i>	155
Anexo 28. <i>Análisis de regresión del contenido de carbohidratos</i>	155
Anexo 29. <i>Resultados de la media del análisis sensorial consolidado en 9 tratamientos</i>	155
Anexo 30. <i>Análisis estadístico del atributo sensorial color</i>	156
Anexo 31. <i>Análisis estadístico del atributo sensorial olor</i>	157
Anexo 32. <i>Análisis estadístico del atributo sensorial sabor</i>	157
Anexo 33. <i>Análisis estadístico del atributo sensorial consistencia</i>	158
Anexo 34. <i>Análisis estadístico del atributo sensorial apariencia</i>	158
Anexo 35. <i>Evidencia del análisis sensorial realizado</i>	159
Anexo 36. <i>Bebida comercial de avena (Marca Laive)</i>	160
Anexo 37. <i>Ficha de evaluación del análisis sensorial</i>	161
Anexo 38. <i>Resultados de laboratorio de los análisis microbiológicos</i>	162

RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado: “Influencia de los parámetros de pasteurización en las características fisicoquímicas, químico proximales, sensoriales y microbiológicos de una bebida vegetal a base de avena (*Avena sativa*)”, tiene como objetivo principal determinar los parámetros de pasteurización que influyen en las características mencionadas. El tipo de la investigación es Prospectiva, transversal, analítica. El diseño de la investigación es experimental. El diseño factorial utilizado es $3 \times 3 = 9$ tratamientos con 1 repetición en total 18 unidades experimentales.

Los resultados obtenidos son los siguientes: El mejor tratamiento obtenido fue por la combinación de parámetros de pasteurización iguales a 75 °C x 10 min. En las características fisicoquímicas destaca su baja acidez (0,06 %), °Brix 0,3, pH 7,06. En el análisis químico proximal destaca su bajo % de grasa (0,010) la presencia de proteínas (0,370 %) y su baja cantidad de carbohidratos (0,367 %). Este tratamiento obtuvo puntuaciones mayores a 8 en una escala de 9 puntos en el análisis sensorial. No presentó ningún tipo de microorganismo en el análisis microbiológico. En la interacción simultánea de tiempo y temperatura, no influyeron significativamente en los análisis realizados.

Palabras clave: avena, bebida de avena, parámetros de pasteurización, bebidas vegetales.

ABSTRACT

This research work, titled: "Influence of Pasteurization Parameters on the Physicochemical, Proximal Chemical, Sensory, and Microbiological Characteristics of a Plant-Based Beverage Made from Oats (*Avena sativa*)," has as its main objective to determine the pasteurization parameters that influence the mentioned characteristics. The type of research is prospective, cross-sectional, and analytical. The research design is experimental. The factorial design used is $3 \times 3 = 9$ treatments with 1 repetition, totaling 18 experimental units.

The results obtained are as follows: The best treatment was achieved with the combination of pasteurization parameters of 75 °C x 10 minutes. The physicochemical characteristics highlight its low acidity (0,06%), °Brix 0,3, pH 7,06. In the proximal chemical analysis, its low fat content (0,010%), presence of proteins (0,370%), and low carbohydrate content (0,367%) stand out. This treatment scored higher than 8 on a 9-point scale in the sensory analysis. It did not present any type of microorganism in the microbiological analysis. The simultaneous interaction of time and temperature did not significantly influence the analyses performed.

Keywords: oats, oat beverage, pasteurization parameters, plant-based beverages.

INTRODUCCIÓN

Las bebidas vegetales están ganando poco a poco mayor demanda entre los consumidores. Este cambio se debe a diversas razones, como las preferencias veganas, intolerancia a la lactosa, y la percepción de que los productos lácteos pueden ser inflamatorios. Además, el auge de estilos de vida saludables promueve el consumo de productos naturales, libres de conservantes, colorantes y saborizantes. Es por eso que las bebidas a base de avena, conocidas por sus múltiples beneficios para la salud, han ganado relevancia entre los consumidores. (García, 2017).

El presente estudio tiene como objetivo general determinar los parámetros de pasteurización que influyen en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de una bebida vegetal elaborada de avena (*Avena sativa*). Entre los objetivos específicos se encuentran: Determinar los parámetros de temperatura y tiempo de pasteurización que influyen en las características fisicoquímicas, químico proximales, sensoriales y microbiológicas de una bebida vegetal elaborada de avena.

La investigación busca llenar un vacío de conocimiento en relación con la influencia de los parámetros de pasteurización en una bebida vegetal a base de avena. Aunque existen investigaciones sobre bebidas vegetales, existe poca información específica sobre la avena y cómo los parámetros de pasteurización afectan sus características fisicoquímicas, químico proximales, sensoriales y microbiológicas. La tesis busca contribuir al conocimiento teórico en esta área. Además, tiene relevancia práctica, ya que las bebidas vegetales, incluida la avena, son cada vez más populares como alternativas a los lácteos. Comprender cómo los parámetros de pasteurización afectan las características de la bebida de avena es importante para la industria alimentaria y los productores de bebidas

vegetales. Los resultados de la tesis podrían tener implicaciones directas en la producción y comercialización de bebidas de avena de alta calidad.

La elección de investigar los parámetros de pasteurización como factor de estudio es relevante. La pasteurización es un proceso ampliamente utilizado para la conservación de alimentos y bebidas, pero los efectos específicos en la bebida de avena a nivel fisicoquímico, químico proximal, sensorial y microbiológico no están bien establecidos. La tesis busca aplicar y evaluar métodos y técnicas específicas para determinar cómo los parámetros de pasteurización influyen en estos aspectos. La investigación tiene implicaciones sociales, ya que se centra en una bebida a base de avena que es una alternativa alimentaria popular para personas con intolerancia a la lactosa, vegetarianos, veganos y aquellos que buscan opciones más saludables. Los resultados de la investigación podrían ayudar a mejorar la calidad y vida útil de la bebida de avena, lo que beneficia a los consumidores que eligen estas opciones vegetales.

Las variables de estudio incluyen la temperatura y el tiempo de pasteurización como variables independientes, y las características fisicoquímicas, químico proximales, sensoriales y microbiológicas como variables dependientes. Las definiciones conceptuales de estas variables incluyen la pasteurización como un proceso que asegura la destrucción de bacterias patógenas mediante la combinación de tiempo y temperatura (Villacrés, 2014), y las características fisicoquímicas, químico proximales, sensoriales y microbiológicas se definen en función de sus propiedades específicas en el contexto alimentario (Méndez, 2020).

Una de las principales limitaciones del estudio fue el costo asociado con la realización de análisis microbiológico en los laboratorios de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, específicamente en la Facultad de Ciencias. Debido a los altos costos, fue necesario minimizar y limitar el número de estos análisis que se tenía previsto realizar en el trabajo. Esta restricción afectó la capacidad de realizar un seguimiento exhaustivo y continuo de las características microbiológicas de la bebida a lo largo del tiempo, lo que podría haber proporcionado una comprensión más completa de la estabilidad microbiológica y la vida útil del producto.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

En la actualidad se puede apreciar el incremento de consumo de nuevas alternativas de consumo de bebidas que en muchos casos pretenden reemplazar el consumo de leche, esta nueva tendencia se ha visto incrementada por diferentes razones, por nombrar algunas de las razones tenemos: Personas veganas, personas intolerantes a la lactosa, personas que consideran que los productos lácteos son inflamatorios, etc.

Además, las nuevas tendencias de los estilos de vida saludable es el consumo de productos naturales, sin conservantes ni colorantes, ni saborizantes, es por eso que también es importante contar con un producto natural con múltiples beneficios para la salud como lo es la bebida vegetal a base de avena.

Las bebidas de origen vegetal son bebidas no lácteas sin proteína animal que se producen con agua y componentes de origen vegetal. Puede elegir entre una variedad de bebidas vegetales, que incluyen almendras, coco, arroz, avena, linaza, alpiste, quinua, sésamo, soja y avellanas. También puede elegir entre nogal, girasol, mijo, cáñamo, trigo y bebidas de espelta. (Dávila, 2017)

Las bebidas vegetales se han abierto camino poco a poco en el mercado y su consumo se ha ido incrementando. La avena es uno de los cereales que siempre han estado disponibles en el mercado y que al menos en Perú ha sido consumido en los desayunos, ahora en la actualidad se puede encontrar en el mercado la bebida vegetal de avena

en diferentes presentaciones listas para consumir una de ellas es de la marca “Gloria”, que es una empresa peruana. Sin embargo, a pesar de su creciente demanda y presencia en el mercado, existen desafíos en la producción y conservación de bebidas vegetales que requieren una atención especial. Uno de estos desafíos es determinar los parámetros adecuados de pasteurización que garanticen la calidad de las bebidas vegetales, específicamente en el caso de la bebida de avena. La pasteurización es un proceso utilizado para eliminar o reducir la carga microbiana en los alimentos y bebidas, lo que ayuda a prolongar su vida útil. Sin embargo, es necesario establecer los parámetros específicos de pasteurización que no solo aseguren la seguridad microbiológica de la bebida de avena, sino que también preserven sus características fisicoquímicas y sensoriales, así como sus componentes químicos proximales, como sus nutrientes.

La influencia de los parámetros de pasteurización, como la temperatura y el tiempo de tratamiento, en la calidad y vida útil de la bebida de avena aún no se ha explorado de manera exhaustiva. Es crucial comprender cómo estos parámetros afectan las propiedades fisicoquímicas, así como los componentes químicos clave que contribuyen a su valor nutricional. Además, la evaluación sensorial de la bebida de avena es esencial para determinar su aceptabilidad y preferencia por parte de los consumidores. La pasteurización puede influir en las características organolépticas de la bebida, como el sabor, el aroma y la apariencia, y es necesario determinar los parámetros que minimicen los cambios indeseables y mantengan una experiencia sensorial satisfactoria. Actualmente no existe una norma técnica a nivel internacional ni nacional (Perú) sobre bebidas vegetales específicamente sobre bebida de avena, pese a que ya existen empresas nacionales e internacionales en el mercado que las producen y venden. Sin embargo, sí existe la Norma Técnica Peruana (NTP) 203.110:2022 de “Jugos, néctares y bebidas de fruta” de la cual se extrajeron ciertos parámetros (% sólidos solubles,

aspectos microbiológicos, análisis sensorial, entre otros). que contribuirán en el producto final de la bebida vegetal a base de avena. (INACAL, 2022)

A parte de eso, lamentablemente la única referencia de composición de una bebida vegetal de avena son las tablas de valor nutricional que colocan las mismas empresas en cada uno de los empaques que se comercializan en el mercado. Esta investigación no busca reemplazar la leche o su consumo, lo que se pretende es presentar una alternativa de consumo a base de avena que sea fácil de hacer por los propios consumidores, de este modo incentivar el incremento del consumo de avena en la población. La problemática que motiva esta investigación radica en la necesidad de establecer los parámetros de pasteurización óptimos para la bebida de avena, considerando tanto su vida útil a través de análisis microbiológicos y de pH, así como la preservación de sus características fisicoquímicas, componentes químicos proximales y características sensoriales. Esto permitirá mejorar la calidad y vida útil de la bebida de avena, proporcionando a los consumidores una opción saludable y atractiva en el mercado de las bebidas vegetales.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Formulación del problema general

¿Cuál es la combinación óptima de los parámetros de pasteurización que influyen en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales recomendables de una bebida vegetal elaborada a base de avena (*Avena sativa*)?

1.2.2. Formulación de los problemas específicos

- a) ¿Cuáles son los parámetros de temperatura y tiempo de pasteurización que afectan las características fisicoquímicas de una bebida vegetal elaborada de avena?

- b) ¿Cuáles son los parámetros de temperatura y tiempo de pasteurización que contribuyen en las características químico proximales de una bebida vegetal elaborada de avena?
- c) ¿Cuáles son los parámetros de temperatura y tiempo de pasteurización que determinan las características microbiológicas del producto óptimo obtenido?
- d) ¿Cuáles son los parámetros de temperatura y tiempo de pasteurización que condicionan en las características sensoriales de una bebida vegetal elaborada de avena?

1.3. Delimitación de la investigación

- Delimitación temporal: La ejecución de la tesis se llevó a cabo entre los meses de abril – noviembre del 2023.
- Delimitación espacial: La investigación se ejecutó en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de la Escuela de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la UNJBG – FCAG. También se recurrió a los servicios de análisis en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la UNJBG y en un laboratorio privado externo.
- Delimitación teórica: La investigación se enmarcó en el estudio del proceso de pasteurización, enfocándose en los parámetros de tiempo y temperatura, y su influencia en las características fisicoquímicas, químico proximales, sensoriales y microbiológicas de una bebida vegetal elaborada de avena. Se realizaron los análisis respectivos para evaluar estos efectos, proporcionando una base teórica y metodológica para la producción de bebidas de avena de alta calidad.

1.4. Justificación e importancia de la investigación

La justificación e importancia de la investigación se detallan a continuación:

- Justificación teórica: La investigación busca llenar un vacío de conocimiento en relación con la influencia de los parámetros de pasteurización en una bebida vegetal a base de avena. Aunque existen investigaciones sobre bebidas vegetales, puede haber poca información específica sobre la avena y cómo los parámetros de pasteurización afectan sus características fisicoquímicas, químicos proximales, sensoriales y vida útil. La tesis busca contribuir al conocimiento teórico en esta área.
- Justificación práctica: La investigación tiene relevancia práctica, ya que las bebidas vegetales, incluida la avena, son cada vez más populares como alternativas a los lácteos. Comprender cómo los parámetros de pasteurización afectan las características de la bebida de avena es importante para la industria alimentaria y los productores de bebidas vegetales. Los resultados de la tesis podrían tener implicaciones directas en la producción y comercialización de bebidas de avena de alta calidad.
- Justificación metodológica: La elección de investigar los parámetros de pasteurización como factor de estudio es relevante. La pasteurización es un proceso ampliamente utilizado para la conservación de alimentos y bebidas, pero los efectos específicos en la bebida de avena a nivel fisicoquímico, químico proximal, sensorial y vida útil no están bien establecidos. La tesis busca aplicar y evaluar métodos y técnicas específicas para determinar cómo los parámetros de pasteurización influyen en estos aspectos.
- Justificación social: La investigación tiene implicaciones sociales, ya que se centra en una bebida a base de avena que es una alternativa alimentaria popular para personas con intolerancia a la lactosa,

vegetarianos, veganos y aquellos que buscan opciones más saludables. Los resultados de la investigación podrían ayudar a mejorar la calidad y vida útil de la bebida de avena, lo que beneficia a los consumidores que eligen estas opciones vegetales.

Por último es importante para ser considerado por los profesionales de Industrias Alimentarias debido que uno de sus roles no es solo brindar alternativas de productos que son cultivados en Tacna y que son rentables a nivel empresarial como el procesamiento de aceituna, aceite de oliva, orégano, etc., sino que también es importante investigar nuevas alternativas de productos que se pueden elaborar en la región con materias primas que si bien no se cultivan en la región a gran escala sí se comercializan y existe un abastecimiento continuo y permanente en el mercado de abastos y además es una materia prima que posee propiedades beneficiosas para la salud.

1.5. Limitaciones

Una de las principales limitaciones fue el costo asociado con la realización de análisis microbiológicos en los laboratorios de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, específicamente en la Facultad de Ciencias, Escuela de Microbiología. Debido a los altos costos, fue necesario minimizar y limitar el número de estos análisis inicialmente planificados. Para superar esta restricción, se priorizaron los análisis más críticos y se optimizó el uso de los recursos disponibles, asegurando que los resultados obtenidos fueran representativos y suficientes para cumplir con los objetivos de la investigación.

CAPÍTULO II

OPERATIVIDAD TEÓRICA

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo General

Determinar los parámetros de pasteurización que influyen en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de una bebida vegetal elaborada de avena (*Avena sativa*)

2.1.2. Objetivos Específicos

- a) Describir los parámetros de temperatura y tiempo de pasteurización que influyen en las características fisicoquímicas de una bebida vegetal elaborada de avena
- b) Describir los parámetros de temperatura y tiempo de pasteurización que influyen en las características químico proximales de una bebida vegetal elaborada de avena
- c) Evaluar los parámetros de temperatura y tiempo de pasteurización que influyen en las características microbiológicas del producto óptimo obtenido
- d) Describir los parámetros de temperatura y tiempo de pasteurización que influyen en las características sensoriales de una bebida vegetal elaborada de avena

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

3.1. Antecedentes de la Investigación

En su investigación titulada "Elaboración de una bebida de avena con adición de diferentes niveles de spirulina (*Spirulina platensis*)" Chimborazo, Ecuador, Cuenca (2023) desarrolló una bebida de avena con diferentes concentraciones de spirulina (0,9%, 1,7% y 2,5%). Se evaluaron propiedades organolépticas, microbiológicas y bromatológicas del producto final utilizando pruebas hedónicas verbales. El estudio mostró que el tratamiento con spirulina al 0,9% fue el más aceptado por los consumidores. Las propiedades físicas y químicas se evaluaron según la norma NTE INEN 2304-2017, determinando pH, sólidos solubles y acidez titulable. El contenido de proteínas, fibra, humedad y cenizas se analizó mediante análisis bromatológicos, mientras que los análisis microbiológicos se basaron en la norma NTE INEN 2337-2008. Se empleó un diseño totalmente aleatorizado (DCA) para el análisis estadístico, destacando resultados significativos en las variables evaluadas. El estudio realizado por Morales (2021), exploró el comportamiento de microorganismos patógenos durante la elaboración de bebidas sustitutas de leche a base de avena en Santiago de Querétaro, México. En los últimos años ha aumentado la popularidad de bebidas elaboradas con granos, nueces, semillas y legumbres, incluyendo la avena. La investigación destacó los riesgos para la salud del consumidor debido a la falta de atención a la higiene durante la elaboración artesanal de bebidas. Se monitoreó la presencia de *Salmonella enterica* y *Listeria monocytogenes* en diversas etapas de la elaboración casera de bebidas de avena. Se encontró que la avena cruda se contaminó con ambas cepas de patógenos y se dejó en remojo a 25 °C durante 12 horas.

Durante este periodo, se midió el número de *L. monocytogenes* y *S. enterica* cada cuatro horas. Las bebidas frías y calientes se prepararon con avena remojada o no, utilizando una máquina artesanal. Se observó que los patógenos disminuyeron gradualmente durante el almacenamiento de la avena infectada, pero después de 165 días, aún estaban presentes. *L. monocytogenes* y *S. enterica* crecieron durante el remojo, siendo *S. enterica* el que se desarrolló más rápidamente. La fabricación de bebidas con avena remojada resultó en una reducción significativa de los patógenos, mientras que las bebidas frías no mostraron una disminución efectiva. El estudio concluyó que el uso de materias primas contaminadas puede promover el crecimiento de bacterias dañinas. Para controlar las poblaciones de microbios, se recomienda someter las bebidas caseras a tratamiento térmico y almacenarlas adecuadamente en refrigeración.

Sagasti (2021), en su estudio titulado: “Valoración proteica de una bebida de avena (*Avena sativa*), tipo yogur, enriquecido con caseína y ovoalbúmina” Milagro, Ecuador. El propósito del experimento fue probar varias concentraciones de avena (b1:5%, b2:10% y b3:15%) y mezclas de proteínas de caseína y ovoalbúmina (A1:50-50, A2:25-75 y A3:75-25) en el laboratorio. Se utilizó un arreglo factorial de 32 bajo un diseño de bloques completos al azar donde se evaluaron (9 tratamientos), los cuales fueron T1 (a1: 50 caseína – 50 ovoalbúmina y b1: 5% avena), T2 (a1: 50% caseína – 50% ovoalbúmina y b2 10% avena), T3 (a1: 50% caseína – 50% ovoalbúmina y b3: 15% avena), T4 (a2: 25% caseína – 75% ovoalbúmina y b1: 5% avena), T5 (a2: 25% caseína – 75% ovoalbúmina y b2: 10% avena), T6 (a2: 25% caseína – 75% ovoalbúmina y b3: 15% avena), T7 (a3: 75% caseína – 25% ovoalbúmina y b1: 5% avena), T8 (a3: 75% caseína – 25% ovoalbúmina y b2: 10% avena), T9 (a3: 75% caseína – 25% ovoalbúmina y b3: 10% avena): 15% avena), la selección del tratamiento se determinó mediante análisis sensorial, dando como resultado el tratamiento 3 (A1: 50% caseína – 50% ovoalbúmina y B3: 15% avena) con un olor, color y sabor medios significativamente más altos. Los resultados de las pruebas fisicoquímicas mostraron un pH de 4,64 por ciento, una acidez de 3,0% y un valor

Brix de 16,5 °Brix. Los resultados de los análisis bromatológicos mostraron que el producto tenía un porcentaje de proteína total de 5,41% y un porcentaje de peso de aminoácidos de 8,23%. Después de eso, se probó su vida útil a los 0, 15 y 30 días, y se observó una tasa de crecimiento inferior al 10% en aerobios totales, coliformes totales y coliformes fecales, lo que indica que cumplió con los estándares establecidos por INEN 2125.

En una investigación realizada por Barroso, (2020) sobre el “Uso de la bebida vegetal de avena (*Avena sativa* L.) en tres grupos de inóculos para preparar (yogur)”, se llegan a las siguientes conclusiones clave: Se utilizó un plan factorial A x B (A: combinación de avena y agua) (B: porcentaje de inóculo) para decidir un total de 9 tratamientos, que luego fueron sometidos a evaluación sensorial. Se encontró que el tratamiento a3b3 (60 % de avena + 40 % de agua + 7 % de inóculo) era el tratamiento mejor evaluado y tenía mejores cualidades organolépticas (variedad, olor, sabor y apariencia), además posee 1,86 % de proteína, 6,49 % de lípidos, 89,75 % de humedad, 0,01 % de residuos, 7,35 % de azúcares completos, 11,72 % de almidones, 2,25 % de fibra dietética, 11,73 kcal / 100 g de producto, calcio 0,08 % y sal 35,65 mg / kg fueron los hallazgos del análisis nutricional. De acuerdo con la evaluación de los microorganismos empleados para hacer yogur vegetal a base de avena a los 0, 15 y 30 días, respectivamente, la acidez fue de 0,21, 0,29 y 0,38, y el pH fue de 4,13, 4,05 y 3,98. El estudio de aerobios mesófilos, coliformes completos, parásitos y levaduras reveló un desarrollo de 10 UFC a los 0, 15 y 30 días, lo que indica que el producto tiene una vida útil de 30 días. Para deshacerse de las bacterias dañinas que podrían conducir a la contaminación de cualquier tipo, la leche de avena se calentó a 90 ° C durante 12 minutos en un compartimento de acero inoxidable.

Ricaurte & Monar (2020), llevaron a cabo una investigación titulada: “Aprovechamiento agroindustrial de chía (*salvia hispánica* L.) y avena (*avena sativa*) en la elaboración de una bebida nutricional” Chimborazo, Ecuador. Las bebidas nutritivas son una parte esencial de una dieta saludable porque

proporcionan al cuerpo los componentes básicos que necesita para funcionar correctamente. Por lo tanto, con el fin de proporcionar nutrientes al organismo y ayudar a mejorar las enfermedades causadas por la falta de una dieta equilibrada, en el presente estudio se elaboró una bebida nutritiva a base de chía (*Salvia hispanica L.*) y avena (*Avena sativa*). Las ventajas nutritivas de la avena y la chía están bien documentadas; Sin embargo, la chía destaca por su alto contenido en grasas (entre el 30 y el 33 por ciento), fibra y proteínas. El contenido proteico de la avena oscila entre el 11,7% y el 16,8%. Se consideraron porcentajes de variedad de chía (1,2%, 0,8%, 0,4%) y avena (1,6%, 1,2%, 0,8%) para el desarrollo de las recetas de la bebida saludable, que incluían pulpa de guayaba y maracuyá. Los datos analizados mostraron niveles de humedad que oscilaron entre el 88,85 y el 93,48%, los niveles de proteínas del 0,16 al 0,22%, los niveles de grasa del 3,6 al 6% y los niveles de fibra del 1,99 al 4%, de nueve tratamientos distintos que se crearon mezclando diferentes porcentajes de avena y chía. Se encontró que C1A1G era la terapia de nivel nutricional óptimo después de realizar un análisis estadístico (varianza y prueba de Tukey) para identificar el curso de acción óptimo. Tras comparar los resultados con los de otros autores y con los criterios del INEN, se determinó que C2A2M era el tratamiento más aceptable.

Sanjinez (2018), en su estudio denominado: “Estudio y formulación de una bebida no láctea a base de quinua (*Chenopodium quínoa*), avena (*Avena sativa*) y Amaranto (*Amaranthus caudatus*)”. Los hallazgos de los investigadores fueron los siguientes: En el trabajo actual, se sugiere una bebida no láctea hecha de quinua (*Chenopodium quinua*), amaranto (*Amaranthus caudatus*) y avena (*Avena sativa*) para la empresa SOALPRO SRL., ampliando su línea de productos y promoviendo una bebida útil como una alternativa saludable y atractiva para la cultura boliviana debido a su sabor y propiedades fisicoquímicas, resultando en un producto que satisface las necesidades saludables. La cantidad de productos químicos para la prevención del cáncer en esta bebida conveniente es un componente crucial. Los análisis fisicoquímicos

se llevan a cabo de acuerdo con criterios IBNORCA particulares, para los cuales los proximales (grasa bruta, espesor, desechos, sólidos totales y proteínas) están sujetos a cambios. Las pruebas ABTS, FRAP y Folin-Ciocalteu, así como la evaluación sensorial de la bebida, se utilizan para garantizar que el límite del agente anticancerígeno de la bebida práctica esté dentro de los límites aceptables. La prueba de Folin-Ciocalteu también determina la concentración máxima de fenol de la bebida práctica. Se utilizaron los siguientes parámetros para pasteurizar la bebida vegetal a base de quinua, avena y amaranto: Después de enfriar a 0 ° C, generar un choque térmico y esperar cinco minutos, guarde el producto en el refrigerador.

Dolores et al, (2018) crearon un estudio para determinar cómo el consumo de una bebida que contiene Aguaymanto (*Physalis peruviana*), Maracuyá (*Passiflora edulis*), Piña (*Ananas comosus*), avena (*Avena sativa*), Lino (*Linum usitatissimum*) y Stevia (*Stevia rebaudiana*) afectó el perfil lipídico y la glucemia de las mujeres con sobrepeso. Los siguientes son algunos de los principales hallazgos: Purés de *Physalis peruviana* (12%), *Passiflora edulis* (9%) y *Ananas comosus* (9%), junto con fibra de Avena sativa (12%) y *Linum usitatissimum* (33%) y Stevia rebaudiana (1%), se combinaron para crear una bebida que se adhirió a los estándares fisicoquímicos, bromatológicos, microbiológicos y sensoriales necesarios para el consumo humano. Diez mujeres entre las edades de 21 y 39 años que tenían sobrepeso o eran corpulentas participaron en un estudio cuasi experimental para examinar los efectos de la bebida y caracterización dirigida por la OMS, bebió la bebida cuatro veces a la semana durante 90 días. Se utilizó T-Student para analizar los datos para casos coincidentes, y se calculó un umbral de importancia de p 0,05. obteniendo hallazgos muy significativos tanto para la glucosa como para los lípidos (p = 0,002 y 0,034, respectivamente). De ello se deduce que la bebida expuesta posee hipoglucemia y propiedades hipolipemiantes con respecto a los componentes grasos. Los socios utilizados en la prueba fueron aguaymanto,

productos energéticos del suelo, fibra de avena y linaza que se habían sometido a un proceso de pasteurización de 15 minutos en agua a 90 ° C.

Rodríguez (2018), desarrolló una bebida estandarizada a base de avena (*Avena sativa*), canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y vainilla (*Vanilla planifolia*) en Nuevo León, México. Esta bebida buscaba combinar las cualidades funcionales de la avena con las propiedades de la canela y la vainilla, con el potencial de ser utilizada en el tratamiento de enfermedades crónicas no transmisibles (ENT). El estudio implementó un diseño factorial con 55 g de avena molida, agua y diferentes concentraciones de canela y vainilla, refrigerado a 4°C durante 8 horas. Las bebidas formuladas fueron evaluadas mediante pruebas hedónicas y de preferencia para determinar la más aceptada. Se analizó la composición nutricional, índice glucémico (IG), carga glucémica (CG), contenido de β -glucanos, compuestos fenólicos totales (STEMs) y flavonoides extraíbles (FEs) para identificar la bebida con mejor aceptación. La bebida final contenía 55 g de avena molida, 50 ml de agua, 3 ml de vainilla y 250 ml de infusión de canela (5 g de canela por 300 ml). La composición nutricional incluía 2,4 g de cenizas, 4,5 g de grasa, 9,1 g de proteína, 0,8 g de fibra y 83,2 g de carbohidratos disponibles. La bebida tenía 1,6 g de β -glucano, un IG de 54 y una CG de 27. La concentración de compuestos fenólicos totales extraíbles (CFTE) fue de 158,9 μ g EAG/mL y la concentración de flavonoides extraíbles (FE) fue de 46,6 μ g EQ/mL. La bebida cumplió con los estándares microbiológicos requeridos incluso después de 24 horas de preparación, lo que sugiere que la formulación fue exitosa sin necesidad de aplicar calor. Este estudio destacó que aumentar la concentración de canela mejoró la aceptabilidad de la bebida.

El estudio de Carvajal (2018), exploró la determinación de la formulación más aceptada para una bebida elaborada con cebada (*Hordeum vulgare*) y avena (*Avena sativa*), edulcorada con stevia (*Stevia rebaudiana bertonii*) en Quito, Ecuador. Los investigadores buscaban desarrollar una bebida ligeramente carbonatada utilizando cebada y avena, con el objetivo de probar diferentes métodos de fermentación. La selección de estos ingredientes principales se basó

en su alto contenido de fibra, vitaminas y minerales esenciales. El estudio se centró en identificar la receta más ampliamente aceptada para la bebida, considerando diferentes concentraciones de lúpulo y stevia, así como otros parámetros. Se estandarizó el proceso de fabricación y formulación, incluyendo un diagrama de flujo y dosis específicas de lúpulo y stevia, a través de experimentos hedónicos con consumidores. Los resultados demostraron que las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de la bebida fueron influenciadas por la presencia de lúpulo y stevia. Como resultado, se pudo confirmar la hipótesis alternativa y rechazar la nula. De las muestras evaluadas, T1, T3 y T5 cumplieron con los criterios establecidos y parámetros permitidos. La muestra T3 se destacó como la mejor opción debido a su equilibrio entre lúpulo y stevia, color, opciones de sabor y alta aceptación. El tipo de malta utilizado fue identificado como determinante en las características de color, sabor y aroma, lo que sugiere la importancia de seleccionar el tipo adecuado de malta para lograr las características deseadas en la bebida.

Rojas (2012), llevó a cabo la investigación titulada: "Desarrollo y caracterización de una nueva bebida de avena" Valladolid, España. Debido a la alta concentración de disolvente (-glucano) y filamentos insolubles que se encuentran en los cereales, es decir, la avena, se decidió hacer una bebida a base de avena utilizando agua o leche. Los efectos de las cantidades solubles de avena (3 por ciento o 5 por ciento de piezas) y las variables del proceso térmico (5 o 10 minutos, 72 °C y 95 °C) en los límites físico-químicos como pH, acidez, variedad, consistencia y concentrado seco. Además, se tuvieron en cuenta las características gruesas y se evaluó la vida útil de la bebida a 4 °C. La Figura principal utilizada para representar las estimaciones resultó ser la solubilidad. También se demostró que la extracción se amplió por el aumento de los copos de avena, así como la potencia de manipulación (tiempo y temperatura), aumentando así las restricciones como la consistencia y el concentrado seco. La vida útil de las bebidas sería de entre 13 y 15 días, ya que no podían tolerar la gelatinización del almidón después de la manipulación.

3.2. Bases teóricas de la avena

3.2.1. Origen de la avena

La avena, conocida científicamente como *Avena sativa* y miembros de la familia *Poaceae*, se ha utilizado como alimento básico durante innumerables generaciones. Es un cultivo de cereales que funciona bien tanto en el Viejo como en el Nuevo Mundo. Se cultiva principalmente en Rusia, Canadá, Estados Unidos, Finlandia y Polonia, todos los cuales tienen la temperatura húmeda y fría adecuada para su producción (Gómez et al, 2017)

3.2.2. Principales productores de avena a nivel mundial

Entre los principales productores a nivel mundial de avena se muestran en la Tabla 1:

Tabla 1.

Productores de avena a nivel mundial 2012-2019

País	Promedio temporadas 2008 a 2012 y temporadas 2013/14 a 2018/19								Variación 2018/ promedio 2008 a 2012 (%)	Participación 2018/19 (%)
	Miles de toneladas									
	Promedio 2008 a 2012	Temporada								
	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19				
Unión Europea	8.195	8.380	7.821	7.524	8.049	8.107	8.300	1,3	35,6	
Rusia	4.763	4.932	5.267	4.527	4.750	5.441	4.800	0,8	20,6	
Canadá	3.125	3.928	2.977	3.425	3.231	3.733	3.450	10,4	14,8	
Australia	1.167	1.255	1.198	1.300	2.266	1.120	1.100	-5,7	4,7	
Estados Unidos	1.087	938	1.019	1.300	940	717	953	-12,3	4,1	
Brasil	317	380	307	351	828	634	770	142,7	3,3	
Chile	484	610	421	533	713	571	675	39,5	2,9	
Argentina	395	445	525	553	785	492	600	52,0	2,6	
Ucrania	654	467	610	498	510	481	475	-27,3	2,0	
Kazajistán	187	305	226	244	335	285	340	82,0	1,5	
China	241	235	255	265	290	300	305	26,6	1,3	
Noruega	273	224	283	286	330	300	300	9,7	1,3	
Turquía	209	235	210	250	225	250	230	9,9	1,0	
Argelia	78	110	110	110	110	110	110	41,8	0,5	
México	105	91	93	85	72	72	90	-14,1	0,4	
Otros	299	288	260	303	355	328	335	12,0	1,4	
Mundo	22.072	23.175	22.104	22.046	24.179	23.441	23.293	5,5	100	

Fuente: Danty et al. (2019)

En la Tabla 1, se puede observar que los mayores productores son la Unión Europea y Rusia y en último lugar México y Argelia con una participación del 0,4 y 0,5% respectivamente, Perú no parece entre los principales productores.

Cabe destacar que de Sudamérica destacan los países de Brasil, Chile y Argentina como productores de avena como se observa en la Tabla 2:

Tabla 2.

Productores de avena a nivel mundial 2020-2022

Country / Región	Producción			
	Millones de toneladas métricas			
	2020/21	2021/22	2022/23	Proyección
A nivel mundial	25.72	22.54	24.30	24.21
Estados Unidos	0.95	0.58	0.76	0.76
Unión Europea	8.47	7.53	7.60	7.60
Unión Soviética				
Rusia	4.13	3.73	3.80	3.80
Ucrania	0.52	0.48	0.40	0.40
Bielorrusia	0.45	0.35	0.38	0.38
Canadá	4.58	2.81	4.70	4.60
South América				
Argentina	0.51	0.73	0.65	0.65
Brasil	0.85	1.14	1.16	1.16
Chile	0.53	0.58	0.50	0.55
Uruguay	0.03	0.03	0.04	0.04
Oceanía				
Australia	1.90	1.62	1.45	1.40
New Zelanda	0.02	0.03	0.03	0.03
China	0.60	0.60	0.60	0.60
África				
Argelia	0.07	0.11	0.11	0.11
Marruecos	0.01	0.05	0.01	0.01
South África	0.06	0.07	0.05	0.05
Europa				
Inglaterra	1.03	1.12	1.05	1.05
Noruega	0.30	0.30	0.30	0.30
Serbia	0.07	0.07	0.07	0.07
Albania	0.04	0.03	0.03	0.03
Bosnia and Herzegovina	0.03	0.03	0.03	0.03
Turquía	0.24	0.25	0.25	0.25
México	0.06	0.09	0.09	0.09
Otros	0.05	0.05	0.05	0.05

Fuente: USDA – United States Department of Agriculture (2022)

Como se puede apreciar en la Tabla 2, recientemente el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), ha emitido una última actualización de la producción mundial y superficie de la avena en el cual se muestra la producción, superficie y rendimiento, la cual destaca la Unión Europea con su constante producción aproximada entre 7,5 – 8,5 millones de toneladas métricas de producción de avena, ocupando el primer lugar en producción.

3.2.3. Principales países importadores de avena a nivel mundial

Estados Unidos (68%), China (17%) y México son las tres principales naciones que importan avena cruda, según informó el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (4%). Está claro que, con la excepción de los Estados Unidos, China ha aumentado progresivamente sus importaciones de avena cruda en el transcurso de las últimas cinco temporadas en comparación con el promedio de las cinco anteriores (547 por ciento). Según el USDA, el volumen mundial de importación de avena cruda en la temporada 2017/18 fue de 2,47 millones de toneladas, estos datos se observan en la Tabla 3:

Tabla 3.

Importaciones mundiales de avena bruta por país, variación en el periodo y participación 2013-2019

País	Promedio temporadas 2008 a 2012 y temporadas 2013/14 a 2018/19							Variac. 2018/19 promedio 2008 a 2012	Particip. 2018/19 (%)
	Promedio 2008 a 2012	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19		
EEUU	1.660	1.674	1.876	1.475	1.556	1.540	1.637	-1,4	67,8
China	62	116	162	172	278	500	400	547,2	16,6
México	92	97	84	103	123	129	100	9,2	4,1
Japón	54	46	47	50	48	50	50	-7,7	2,1
Suiza	50	52	52	43	52	50	50	-	2,1
Ecuador	14	26	21	17	31	41	30	117,4	1,2
Argelia	6	8	16	31	22	7	25	316,7	1,0
India	9	15	24	31	25	25	25	190,7	1,0
Corea del Sur	4	16	29	21	23	40	25	525,0	1,0
Sudáfrica	18	19	46	31	24	25	20	9,9	0,8
Otros	69	86	43	50	51	67	52	-24,6	2,2
Mundo	2.035	2.155	2.400	2.024	2.233	2.474	2.414	18,6	100

Fuente: Danty et al. (2019)

La Tabla 3, nos da un reflejo del consumo mundial de avena a nivel mundial de acuerdo a la cantidad importada anualmente, esto demuestra en parte los países cuya producción no cubre la demanda de su población y por eso optan por importar la avena, otros de los motivos también se pueden deber al precio.

3.2.4. Producción de avena en Perú

La producción de avena en el Perú se muestra en la Figura 1 y Tabla 4:

Tabla 4.

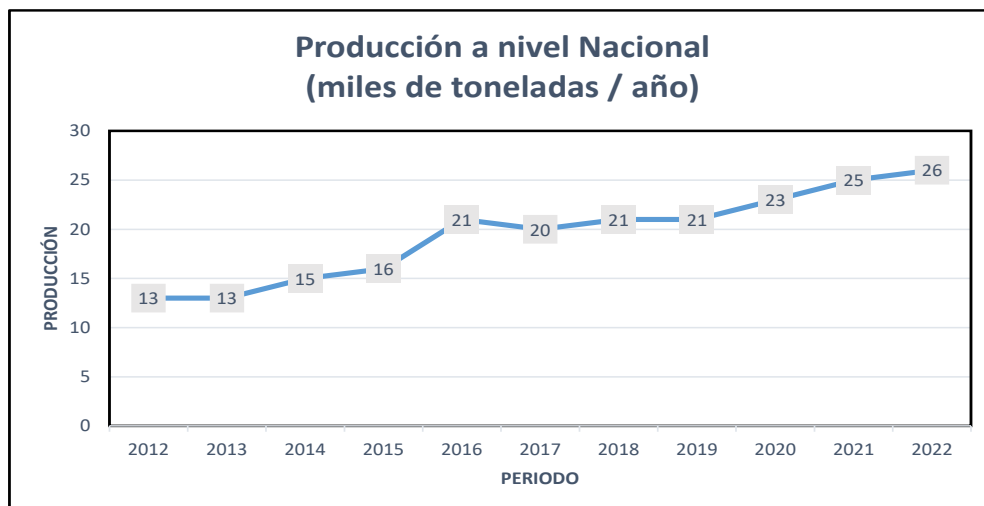
Producción de avena en el Perú 2012-2022

Periodo	Producción (Miles de toneladas)	Tasa de crecimiento (%)
2012	13	0,00
2013	13	0,00
2014	15	15,38
2015	16	6,67
2016	21	31,25
2017	20	-4,76
2018	21	5,00
2019	21	0,00
2020	23	9,52
2021	25	8,70
2022	26	4,00

Fuente: Index Mundi (2022)

Figura 1.

Producción de avena en el Perú periodo 2012-2022



Funete: Index Mundi (2022)

La avena se siembra mayormente en Puno, Cusco y Huancavelica, siendo utilizado como forraje en las épocas de escasez de alimentos. Se adapta a las zonas altoandinas entre 200 y 4400 msnm. La época de siembra es de Octubre – Diciembre (Agrorural, 2020) Se puede observar en la Figura 1 y Tabla 4, la producción de avena en Perú se ha ido incrementando levemente desde el año 2018, llegando a registrarse un valor de 26 mil toneladas en el 2022. Esto supone que la población ha ido dándole importancia al consumo de avena, el cual mayormente se consume en los desayunos a través de su preparación instantánea. Una de las razones podría radicar en los nuevos hábitos alimenticios de la población a causa de la pandemia del COVID ocurrida en el periodo 2020-2022.

3.2.5. Producción de avena por regiones en el Perú

Las principales regiones que producen avena a nivel nacional se muestran en la Tabla 5:

Tabla 5.*Producción de avena por región en Perú periodo enero-abril 2022*

Región	Avena forrajera (Tn.)
Puno	1,934,644
Junín	50,892
Cusco	37,639
Ayacucho	31,125
Huánuco	8,702
Huancavelica	4,817
Apurímac	4,562
Cajamarca	3,553
La Libertad	1,810
Arequipa	1,268
Moquegua	36
Tacna	12
Total Nacional	2,079,061

Fuente: SIEA – Sistema Integrado de Estadística Agraria (2022)

En Tacna se produce avena en el distrito de Candarave de acuerdo a la Dirección Regional de Agricultura (DRAT), 2022.

Se puede observar en la Tabla 5, que la región de Tacna es una de las regiones con menor producción de avena (12 toneladas) entre los meses de enero-abril del 2022, en comparación con las principales regiones productoras de avena a nivel nacional. Es por eso, que actualmente se supone que en caso de no cubrir la demanda los acopiadores compran avena de productores a nivel nacional.

3.2.6. Importación de avena en Perú

Las cantidades en toneladas y el precio promedio de la importación de avena que se realiza en Perú en el periodo 2021-2022 se puede observar en la Tabla 6, que en el 2021 Perú adquirió un total de avena mondada del exterior por un precio promedio por kilo en dólares de \$0,67 y para el 2022 fue de \$0,69, es decir hubo un incremento de un 3% aproximadamente del valor entre ambos periodos (Agraria.pe, 2022)

Tabla 6.

Importación de avena en Perú desde Chile (periodo 2021-2022)

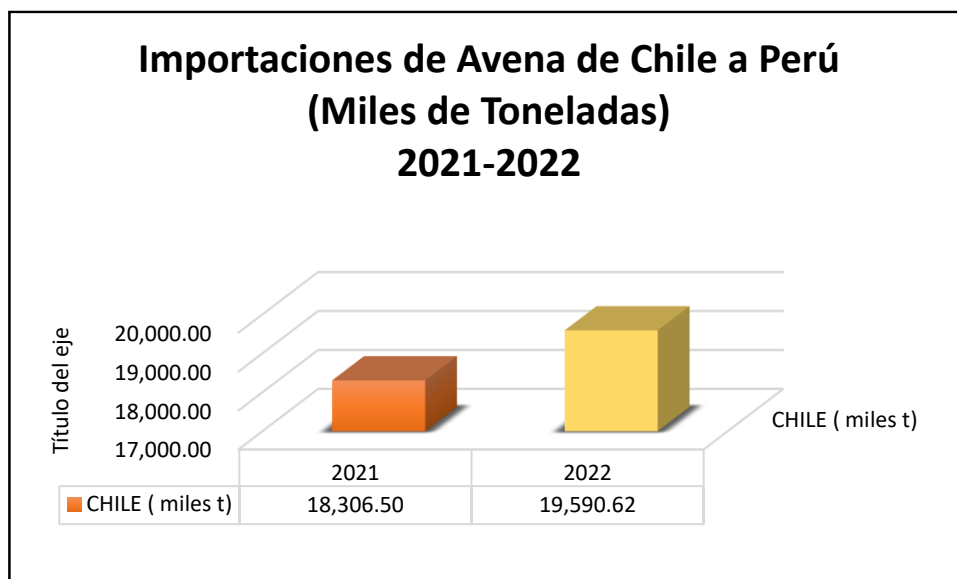
Mes	2022		2021	
	Miles de toneladas	Precio Promedio (US\$/Kg)	Miles de toneladas	Precio Promedio (US\$/Kg)
Enero	1,819.46	0.66	995.72	0.62
Febrero	1,386.33	0.64	1,667.00	0.64
Marzo	1,386.83	0.65	1,539.48	0.67
Abril	1,602.01	0.65	1,780.47	0.66
Mayo	2,184.38	0.65	1,337.60	0.66
Junio	1,292.95	0.66	2,264.21	0.68
Julio	1,749.94	0.68	1,377.85	0.68
Agosto	1,840.53	0.70	2,059.66	0.69
Septiembre	1,915.84	0.73	1,616.07	0.68
Octubre	1,616.06	0.75	825.62	0.69
Noviembre	1,335.94	0.75	997.95	0.69
Diciembre	1,460.36	0.74	1,844.88	0.66
Total	19,590.62	0.69	18,306.50	0.67

Fuente: AGRODATA PERÚ (2023)

Se puede observar en la Figura 2, que durante todo el 2021, Perú adquirió un total de 18, 306.50 toneladas de avena mondada del exterior y en el 2022 se importó un total de 19,590.62 toneladas, es decir hubo un crecimiento aproximado del 7 %. El proveedor casi absoluto de estas importaciones peruanas fue Chile. (Agraria.pe, 2022)

Figura 2.

Importación de avena a Perú de Chile periodo 2021-2022 (Miles de t)



Fuente: AGRODATA PERÚ (2023)

3.2.7. Características de la avena

Al igual que el trigo, la avena es un cereal exuberante. La avena requiere manipulación antes de que pueda ser consumida por las personas. Tiene una cubierta externa muy dura, llamada cuerpo, que debe ser eliminada. Después de sacarlo, el producto siguiente se llama “avena mondada”. Este tipo de avena se trata con calor para prevenir la descomposición y se corta en pedazos, lo que produce un artículo consumible llamado grano de avena cortada. Esta avena, por lo tanto, se amasa y se cuece al vapor para hacer avena en hojuelas o copos, y se muele para hacer salvado de avena o harina de avena. La leche de este grano se hace absorbiendo agua de avena molida, mientras que la avena instantánea se hace exprimiendo finas láminas de avena y luego precocinándolas. El extracto de avena se obtiene cocinando avena y agua juntas a altas temperaturas y luego colocando el grano en una centrifugadora. (Maggett, 2021)

3.2.8. Taxonomía de la avena

La taxonomía establecida de la avena se presenta en la Tabla 7:

Tabla 7.

Clasificación taxonómica de la avena

TAXONOMIA	
Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Liliopsida</i>
Orden:	<i>Poales</i>
Familia:	<i>Poaceae</i>
Subfamilia:	<i>Pooideae</i>
Tribu:	<i>Aveneae</i>
Género:	<i>Avena</i>
Especie:	<i>A. sativa</i>
Nombre científico	
<i>Avena sativa</i>	

Fuente: Topanta (2018)

3.2.9. Propiedades nutricionales de la avena

La avena tiene múltiples beneficios nutricionales, los principales son los siguientes:

- Excelente fuente de proteínas; Su asequibilidad comparativa entre proteína vegetal y animal lo convierte en un punto de referencia útil.
- Proporciona carbohidratos y lípidos; En comparación con otros cereales, tiene un nivel más bajo de carbohidratos (principalmente en forma de almidón) y un mayor contenido de lípidos (generalmente considerado como grasa saludable) que los demás. La avena es una buena fuente de potasio y un buen suministro de los minerales hierro, magnesio, zinc y fósforo. La avena es una buena fuente de vitamina E y rica en vitaminas B, incluyendo

tiamina (vitamina B1) y B6. Alto contenido de beta-glucano y fibra: La fibra no solo reduce los niveles de colesterol y azúcar en la sangre, sino que también retrasa el vaciado del estómago, lo que hace que te sientas más lleno por más tiempo después de comer. Los beta-glucanos de la avena a menudo se consideran su componente más vital debido a sus varios beneficios para la salud en la lucha contra la diabetes, el cáncer y las enfermedades cardiovasculares.

En comparación con otros compuestos fenólicos, las avenantramidas tienen una actividad anticancerígena que es de 10 a muchas veces mayor. Además, ayudan en la regulación del pulso y la prevención de la aterosclerosis mediante la administración de óxido nítrico (vasodilatador). Excelente Nota de proteínas; Su asequibilidad comparativa entre proteína vegetal y animal lo convierte en un punto de referencia útil. Proporciona carbohidratos y lípidos; en comparación con otros cereales, tiene un nivel más bajo de carbohidratos (principalmente en forma de almidón) y un mayor contenido de lípidos (generalmente considerado como grasa saludable) que los demás. La avena posee buena cantidad de potasio y un buen suministro de los minerales hierro, magnesio, zinc y fósforo. La avena es buena en vitamina E y rica en vitaminas B, incluyendo tiamina (vitamina B1) y B6. Alto contenido de beta-glucano y fibra: La fibra no solo reduce los niveles de colesterol y azúcar en la sangre, sino que también retrasa el vaciado del estómago, lo que hace que te sientas más lleno por más tiempo después de comer.

Los beta-glucanos de la avena a menudo se consideran su componente más vital debido a sus varios beneficios para la salud en la lucha contra la diabetes, el cáncer y las enfermedades cardiovasculares. En comparación con otros compuestos fenólicos, las avenantramidas tienen una actividad anticancerígena que es de 10 a muchas veces mayor. Además, ayudan en la regulación del pulso y la prevención de la aterosclerosis mediante la administración de óxido nítrico (vasodilatador). (Gómez et al ,2017).

3.2.10. Información nutricional de la avena

La información nutricional de la avena teniendo en cuenta que se clasifica como un cereal de grano entero se muestra en la Tabla 8:

Tabla 8.
Propiedades nutricionales de la avena (100g)

Composición	Cantidad Por porción	Unidades
Porción comestible (g)	100	g
Agua	15,8	g
Energía	361	Kcal
Proteínas	11,7	g
Lípidos	7,1	g
Ácidos grasos saturados	1,5	g
Ácidos grasos monoinsaturados	2,6	g
Ácidos grasos poliinsaturados	2,9	g
Colesterol	0	mg
Hidratos de carbono	59,8	g
Almidón	59,8	g
Azúcares totales	0	g
Fibra	5,6	g
Calcio	79,6	mg
Hierro	5,8	mg
Yodo	6	ug
Magnesio	129	mg
Zinc	4,5	mg
Sodio	8,4	mg
Potasio	355	mg
Fósforo	400	mg
Selenio	7,1	ug

Fuente: (Toapanta ,2018)

3.2.11. Valor nutricional de la bebida vegetal de avena

El valor nutricional de la bebida vegetal a base de avena se muestra en la Tabla 9:

Tabla 9.

Valor nutricional de la bebida vegetal de avena, porción 200 ml (1 vaso)

Composición	Cantidad Por porción	Unidades
Energía	124	Kcal
Proteínas	1,6	Gramos
Grasas totales	5,4	Gramos
Grasas Saturadas	0,8	Gramos
Grasas trans	0	Gramos
Carbohidratos	17	Gramos
Fibra Dietaria/Alimentaria	0	Gramos
Sodio	88	Gramos

Fuente: Toapanta (2018)

3.2.12. Denominación de la bebida vegetal de avena

Según la FAO y el Codex Alimentario, aún no han designado una denominación para el producto líquido derivado de la avena. Solo existe la norma general del CODEX para el uso de términos lecheros, donde indica no utilizar el término de leche o producto lácteo si la materia prima no es leche de origen animal. (CODEX STAN 206-1999, 1999).

En el establecimiento de venta no podrán utilizarse etiquetas, documentos comerciales, material publicitario u otra forma de publicidad o presentación para productos distintos de la leche, un producto lácteo o un producto lácteo compuesto que declaren, den a entender o sugieran que dichos productos son leche, productos lácteos o productos lácteos compuestos, o que se refieran a uno o más productos del mismo tipo. (CODEX STAN 206-1999, 1999). La Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE) y la Organización de alimentos y agricultura (FAO) (2019), hacen mención en su libro “Panorama de la agricultura 2019-2028” sobre los sustitutos de los productos lácteos indicando lo siguiente: *“En los últimos años, el papel de los sustitutos lácteos de origen vegetal (por ejemplo, bebidas de soja, almendras, arroz y avena) en el sector de*

la leche líquida ha aumentado en muchas regiones, por ejemplo. Norteamérica, Europa y Asia oriental.”. (OECD-FAO, 2019). Como se puede apreciar es aplicado el nombre de “bebida vegetal”, por lo tanto, se tomaron en cuenta como respaldo para utilizar esa denominación en el producto líquido, que ha sido obtenido a partir de la avena como materia prima.

3.2.13. Normas y estándares de calidad establecidos para la bebida vegetal a base de avena

A nivel nacional en el listado de las Normas Técnicas Peruanas (NTP) no específica y no establece ninguna Norma Técnica obligatoria para la bebida vegetal de avena ni tampoco para bebidas vegetales. (INACAL Instituto Nacional de Calidad, 2022)

Sin embargo, se tomaron en cuenta la última Norma Técnica Peruana “NTP.203.110:2022 de Jugos, néctares y bebidas de Fruta” (segunda edición) para considerar parámetros como pH, sólidos solubles (°Brix), acidez natural, análisis sensorial, calidad microbiológica, etc. (INACAL, 2022). Para el análisis del producto óptimo seleccionado al final de la investigación se realizaron análisis microbiológicos teniendo en cuenta los estándares de calidad de la Norma Técnica Peruana “NTP.203.110:2022 de Jugos, néctares y bebidas de Fruta”

También se tomaron en cuenta la Ley N°30021 que la “Ley de promoción saludable para niños, niñas y adolescentes” esta ley establece los límites saludables que se debe considerar para el azúcar total, sodio y grasas saturadas en los productos alimenticios. De igual modo se tomaron en cuenta la Norma sanitaria R.M. N°591-2008-MINSA que es la Norma que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano.

No hay requisitos específicos en el Codex Alimentario para bebidas a base de avena lo que sí existe es la Norma CODEX para la comercialización de avena

en grano con el código CODEX STAN (CXS) 201-1995. (Organización Mundial de la Salud, 2007)

A su vez, a nivel internacional cuentan con la norma CODEX STAN 240-2003, denominada “Norma para los productos acuosos de coco- Leche y crema de coco”, (CODEX STAN 240-2003, 2003), donde indica la dosis máxima de aditivos blanqueadores, emulsionantes y conservantes permitidos en el producto final “leche de coco”, los cuales fueron considerados como referencia aparte de los antecedentes de investigación y la teoría consultada. Por último, se tuvo en cuenta la norma CODEX STAN CXS 322R-2015 “Norma para los productos de Soja no fermentados”, de esta norma se va a extraer como referencia el contenido de humedad y proteínas que posee la bebida de soja y la concentración máxima de aditivos alimentarios a considerar para este tipo de bebidas.

En Chile, no existe una normativa específica exclusivamente dedicada a las bebidas no lácteas de origen vegetal. Sin embargo, estos productos deben cumplir con las normativas generales aplicables a todos los alimentos y bebidas en el país, que incluyen regulaciones sobre etiquetado, seguridad alimentaria, y control de calidad.

La Ley de Etiquetado y Publicidad de Alimentos (Ley 20.606), implementada desde 2016, es una de las regulaciones más relevantes que afecta a las bebidas vegetales, especialmente en lo que respecta a la información nutricional y el etiquetado frontal de advertencia en caso de que el producto supere ciertos niveles de nutrientes críticos (azúcar, sodio, grasas saturadas). Además, las bebidas vegetales deben cumplir con las normativas generales sobre aditivos alimentarios, contaminantes y límites de residuos, siguiendo lo que establece el Reglamento Sanitario de los Alimentos (RSA), que es el marco regulador más amplio para los alimentos en Chile. (Ministerio de Salud, Chile, 2019)

En Argentina, las normativas que rigen la producción y comercialización de bebidas vegetales están contenidas dentro del Código Alimentario Argentino (CAA). Este código, establecido por la Ley 18.284 y reglamentado por el Decreto 2126/71, regula de manera integral los alimentos y bebidas, incluyendo las no lácteas de origen vegetal, como las bebidas de avena, almendra, y soja. Aunque no existe una normativa específica para cada tipo de bebida vegetal, estas deben cumplir con las disposiciones generales del CAA, que incluyen aspectos como la inocuidad, etiquetado, y publicidad (Alimentos Argentinos) (Ministerio de Salud, Argentina, 1971).

El Código Alimentario Argentino es actualizado periódicamente por la Comisión Nacional de Alimentos (CONAL) para garantizar que los productos comercializados en el país sean seguros para el consumo y cumplan con los estándares de calidad. En particular, las bebidas vegetales deben cumplir con las normativas sobre aditivos alimentarios, límites para contaminantes, y otros requisitos que aseguren la seguridad y calidad del producto (The Food Tech, 2023).

3.2.14. Procedimiento de elaboración de la bebida vegetal de avena

A continuación, se explica de manera general las etapas del procedimiento de elaboración de la bebida vegetal a base de avena; más adelante (**punto 4.6.2. “Diseño experimental”**) se presentaron los parámetros experimentales que fueron considerados en cada etapa del proceso.

- 1º. Recepción de materia prima : La avena se recibe en copos y se realiza una evaluación visual para corroborar que no existan partículas extrañas (piedras, restos de otros productos, etc.). Los copos de avena son planos, tienen un aspecto un poco granuloso. Este artículo es el resultado de un tratamiento térmico aplicado al grano de avena que ha sido pelado, cortado limpio, clasificado y acondicionado físicamente. Se seleccionó la avena en

copos por poseer mayor superficie de contacto en comparación con la avena en grano, triturada o en láminas. Esto significa que los copos se hidratan más rápidamente y liberan sus nutrientes y sabor más eficientemente al remojarlos en agua. (Danty et al ,2019)

2º. Pesado y mezclado: Se procede a pesar la materia prima (avena) y se le adiciona agua.

3º. Remojo de avena con agua: La avena se remoja en agua durante un período de tiempo determinado para ablandarla y facilitar el proceso de extracción. Remojar la avena también ayuda a aumentar su contenido de calcio y fibra en un factor de dos. (Vásquez, 2022). También el remojo de cereales antes del tratamiento térmico aumenta su digestibilidad y favorece la eliminación de anti nutrientes solubles en agua como los fitatos. (Forelle et al,2021)

4º. Lavado y descarte de agua de remojo: Se elimina el agua de la mezcla que estuvo en reposo para quedarnos con el bagazo de avena; esta etapa es importante por las siguientes razones:

- Eliminación de impurezas: Durante el cultivo, cosecha y procesamiento de la avena, pueden acumularse impurezas como tierra, polvo u otros residuos indeseables. El enjuague permite eliminar estas impurezas y garantizar la calidad e higiene del producto final.
- Limpieza de residuos agrícolas: Algunos cultivos de avena pueden recibir tratamientos agrícolas como pesticidas, herbicidas o fertilizantes. El enjuague ayuda a eliminar los posibles residuos de estos productos químicos, reduciendo su presencia en la avena y minimizando la exposición a sustancias no deseadas.
- Mejora del sabor y aroma: Al enjuagar la avena, se pueden eliminar compuestos que contribuyen a sabores o aromas indeseables, como posibles rastros de rancidez o fermentación. Esto ayuda a obtener una bebida de avena más limpia, fresca y agradable al paladar.

- Seguridad alimentaria: El enjuague de la avena es una medida de seguridad alimentaria, ya que contribuye a reducir el riesgo de contaminación microbiológica o química que pueda estar presente en la superficie de los granos de avena.(Barroso,2020)
- Por otro lado, cuando se enjuaga la avena, es posible que se eliminen pequeñas cantidades de sólidos solubles y nutrientes. Sin embargo, esta pérdida es mínima y no tiene un impacto significativo en el valor nutricional general de la avena. Es importante tener en cuenta que la mayoría de los nutrientes de la avena, como los carbohidratos, las proteínas y las fibras, se encuentran en el interior del grano y no se ven afectados por el enjuague. Los nutrientes más solubles, como algunas vitaminas y minerales, pueden disolverse en el agua de lavado, pero la cantidad es relativamente baja y no representa una pérdida significativa.
- Cuando se habla de que los nutrientes de la avena se encuentran dentro del grano, también se aplica a los copos de avena. La avena se compone de diferentes partes, y los copos de avena son básicamente granos de avena que han sido procesados para hacerlos más fáciles de cocinar y consumir.
- Además, es importante destacar que la avena comercial que se encuentra en el mercado generalmente ha sido procesada y lavada previamente en la etapa de producción, por lo que el enjuague adicional que se realiza tiene un impacto aún menor (Pal & Dey, 2014)

5º. Mezclado con agua: Una vez obtenido el bagazo de avena, se procede a adicionar agua nuevamente.

6º. Molienda: La avena se muele para obtener una consistencia más fina y facilitar la extracción de sus nutrientes y sabores. (Graf, 2019)

7º. Filtrado : Se filtra la bebida obtenida con ayuda de un filtro fino para extraer los sólidos suspendidos en la bebida de avena (Barroso,2020) . También se puede utilizar una tela para preparar leches vegetales (Graf, 2019).

Los siguientes tipos de filtros se pueden usar para bebidas vegetales:

- Filtro de tela o paño: Se utiliza un paño de muselina, tela de algodón o material similar para filtrar la bebida. Este tipo de filtro ayuda a retener partículas más grandes y sedimentos, dejando pasar un líquido más claro. (Bamboo,2023)
- Filtro de malla o tamiz: Los filtros de malla fina, como los tamices o coladores de acero inoxidable, se utilizan para eliminar partículas sólidas más grandes de la bebida. Estos filtros pueden retener sedimentos y proporcionar una bebida más clara. (Simple,2023)
- Filtro de malla de nylon: Los filtros de malla de nylon son eficaces para retener partículas más pequeñas y sedimentos finos. Son utilizados en muchos equipos de filtración profesionales y también están disponibles en forma de bolsas de filtro reutilizables. (Kichink, 2023)

8º. Adición de saborizantes, emulsionantes y estabilizantes: Se agregaron saborizantes, estabilizantes y emulsionantes para mejorar la estabilidad y evitar la separación de los componentes. (Kiwilimón, 2019). Las concentraciones y el tipo de emulsionante y estabilizante se muestran más adelante en el punto adelante **(punto 4.6.2. “Diseño experimental”)**

9º. Pasteurización: Algunas de las cualidades antioxidantes de la avena disminuyen debido al proceso de calentamiento, particularmente la pérdida de vitaminas del grupo B y E.(Delicias,2020). Sin embargo, aun teniendo presente ese aspecto nutricional, sí se va a pasteurizar la bebida vegetal de avena, con la finalidad de eliminar bacterias y en consecuencia prolongar su vida útil. Además, se tuvieron en cuenta parámetros de pasteurización que no influyan negativamente en las características fisicoquímicas, químico proximal, sensoriales y vida útil del producto final.

10º. Enfriamiento: Se enfría la bebida vegetal hasta temperatura ambiente aproximadamente 20°C. (Rojas, 2012).

- 11°. Adición de conservante: Una vez enfriada la bebida vegetal de avena se procedió a adicionar el conservante Sorbato de potasio (E202) al 0,1%, según lo recomendado por el CODEX STAN 192-1995 (2020) para alargar su tiempo de vida útil
- 12°. Envasado. La bebida vegetal de avena se envasa en recipientes adecuados y asépticos, como cartones, botellas o tetra packs, que se sellan para mantener la frescura y la calidad del producto (Graf, 2019).
- 13°. Almacenamiento: Se almacena a temperaturas de refrigeración 4°C. (Sanjinez Noha, 2018). Al momento de consumir, es ideal agitar antes de servir, para que se integren todos los ingredientes y así aprovechar mejor el contenido ya que las bebidas vegetales se sedimentan una vez preparadas, (Vasquez,2022).
- 14°. Análisis del producto final: A todos los tratamientos por igual se realizaron los siguientes análisis: Análisis de características fisicoquímicas, proximales y sensoriales. Y solo al mejor tratamiento experimental se determinaron el análisis microbiológico correspondiente.

3.3. Bases teóricas de la pasteurización

3.3.1. Definición

La pasteurización es un proceso térmico utilizado para destruir bacterias patógenas y reducir la carga microbiana en los alimentos y bebidas, prolongando así su vida útil y garantizando la seguridad alimentaria. Este proceso implica calentar el producto a una temperatura específica durante un tiempo determinado y luego enfriarlo rápidamente. La eficacia de la pasteurización depende de varios factores, incluyendo la temperatura, el tiempo de exposición y las características específicas del producto (Villacrés, 2014).

3.3.2. Objetivos de la pasteurización

La pasteurización se define como un tratamiento térmico relativamente moderado que se aplica a alimentos y bebidas para destruir microorganismos patógenos y reducir el número de organismos deteriorantes sin afectar significativamente las propiedades sensoriales y nutricionales del producto (Villacrés, 2014). Los objetivos principales de la pasteurización son:

- 1) **Destrucción de patógenos:** Eliminar microorganismos patógenos como *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* y *Escherichia coli*, que pueden causar enfermedades transmitidas por los alimentos.
- 2) **Reducción de microorganismos deteriorantes:** Disminuir el número de bacterias, levaduras y mohos que pueden causar deterioro del producto, prolongando así su vida útil.
- 3) **Mantener la calidad del producto:** Minimizar el impacto en las propiedades sensoriales y nutricionales del producto, asegurando que mantenga su sabor, color, textura y valor nutritivo.

3.3.3. Parámetros de pasteurización

Los parámetros de pasteurización más críticos son la temperatura y el tiempo. La combinación de estos dos factores determina la eficacia del proceso. Existen diferentes métodos de pasteurización, como la pasteurización de baja temperatura y larga duración (LTLT, por sus siglas en inglés) y la pasteurización de alta temperatura y corta duración (HTST, por sus siglas en inglés):

- a) **Pasteurización LTLT:** Involucra calentar el producto a aproximadamente 63°C durante 30 minutos. Este método es comúnmente utilizado en productos lácteos y jugos.
- b) **Pasteurización HTST:** Consiste en calentar el producto a una temperatura más alta, alrededor de 72°C, durante un tiempo corto, típicamente 15

segundos. Este método es más eficiente en términos de tiempo y es ampliamente utilizado en la industria de bebidas y lácteos.

3.3.4. Influencia de la pasteurización en la calidad microbiológica

La principal finalidad de la pasteurización es asegurar la destrucción de microorganismos patógenos y la reducción de microorganismos deteriorantes. Esto se logra al someter los productos a condiciones térmicas que inactivan estos microorganismos sin alterar significativamente sus características organolépticas.

a) Destrucción de patógenos:

La pasteurización es eficaz en la eliminación de microorganismos patógenos como *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* y *Escherichia coli*. Morales (2021) explica que la combinación adecuada de temperatura y tiempo en el proceso de pasteurización asegura que estos microorganismos sean destruidos, reduciendo el riesgo de enfermedades transmitidas por alimentos. Esto es crucial para productos como las bebidas de avena, que pueden ser susceptibles a la contaminación si no se manejan adecuadamente.

b) Reducción de microorganismos deteriorantes:

Además de los patógenos, la pasteurización también reduce significativamente la carga de microorganismos deteriorantes como bacterias mesófilas, levaduras y mohos. Según Rodríguez (2018), al disminuir estos microorganismos, se prolonga la vida útil del producto y se mantiene su calidad sensorial por un período más largo. La reducción de microorganismos deteriorantes es esencial para prevenir el deterioro del producto durante el almacenamiento y la distribución.

c) Efecto en las propiedades sensibles:

Si bien la pasteurización es efectiva para la destrucción microbiana, también es importante considerar su impacto en las propiedades sensoriales y nutricionales del producto. Carvajal (2018) menciona que las temperaturas elevadas y los tiempos prolongados pueden afectar la textura, sabor y valor nutritivo de las bebidas vegetales. Por lo tanto, es crucial encontrar un equilibrio adecuado que asegure la seguridad microbiológica sin comprometer estas propiedades.

En conclusión, la pasteurización es un proceso esencial en la producción de bebidas vegetales como la de avena. La correcta combinación de temperatura y tiempo no solo garantiza la eliminación de microorganismos patógenos y la reducción de microorganismos deteriorantes, sino que también preserva la calidad sensorial y nutricional del producto. La implementación adecuada de los parámetros de pasteurización es fundamental para asegurar que los productos sean seguros y atractivos para el consumidor.

3.3.5. Influencia de la pasteurización en las características del producto

Gómez et al. (2017) señalan que la pasteurización no solo garantiza la seguridad microbiológica, sino que también puede influir en las características fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales del producto. Estudios han demostrado que los parámetros de pasteurización, como la temperatura y el tiempo, pueden afectar diversas propiedades de las bebidas vegetales:

- a) **Características fisicoquímicas:** La pasteurización puede afectar el pH, la acidez, la viscosidad y los sólidos solubles del producto. Morales (2021) encontró que la temperatura de pasteurización influye significativamente en la acidez y el pH de las bebidas de avena, mientras que el tiempo afecta más la densidad y los grados Brix.

- b) Características sensoriales: El tratamiento térmico puede alterar el sabor, el color y la textura de las bebidas. Carvajal (2018) observó que la pasteurización a diferentes temperaturas y tiempos afectaba la percepción sensorial de las bebidas de cebada y avena, con variaciones en la aceptabilidad del consumidor.

- c) Características nutricionales: La pasteurización puede provocar la degradación de algunos nutrientes sensibles al calor, como las vitaminas. Sin embargo, el impacto varía dependiendo de los parámetros específicos de pasteurización y la composición del producto (Rodríguez, 2018).

3.3.6. Aplicación de la pasteurización en bebidas de avena

La avena (*Avena sativa*) es un ingrediente popular en las bebidas vegetales debido a sus propiedades nutricionales, incluyendo un alto contenido de fibra soluble, vitaminas y minerales. La pasteurización de bebidas de avena debe ser cuidadosamente controlada para mantener estos beneficios mientras se asegura la seguridad del producto. Rodríguez (2018) destaca que la temperatura y el tiempo de pasteurización deben ser optimizados para conservar las características fisicoquímicas y sensoriales deseadas en las bebidas de avena.

La pasteurización es un proceso crítico para la producción segura y de alta calidad de bebidas vegetales. La comprensión y el control de los parámetros de pasteurización permiten a los productores maximizar la seguridad microbiológica y la vida útil del producto, mientras mantienen sus propiedades nutricionales y sensoriales.

3.4. Definiciones conceptuales

a) Análisis fisicoquímico de los alimentos

Los análisis fisicoquímicos evalúan las propiedades físicas y químicas de los alimentos. Es el conjunto de técnicas y métodos que dan a conocer las características químicas y físicas de los alimentos y los atributos reales de los alimentos, Se enfocan en aspectos como la textura, el color, la densidad, la viscosidad, la acidez, el pH, la conductividad eléctrica, el punto de fusión, entre otros. Estos análisis proporcionan información sobre características sensoriales, estructurales y funcionales de los alimentos. (Caballero et al,2018). Los análisis que se realizaron son: determinación de sólidos solubles., análisis de pH, índice de acidez, acidez por titulación.

b) Análisis microbiológico de los alimentos

Los análisis microbiológicos de los alimentos y bebidas determinan el nivel de contaminación por microorganismos durante el proceso de fabricación y en los resultados finales que llegan al comprador. El examen microbiológico incluye el uso de estrategias bioquímicas y moleculares para la identificación de microorganismos en un producto. (MERCK, 2022)

c) Análisis químico proximal de los alimentos

Evalúan la composición básica de los alimentos y sus principales componentes químicos. Se centran en determinar los niveles de nutrientes esenciales como proteínas, grasas, carbohidratos, fibra, cenizas y agua en el alimento. Estos análisis son útiles para conocer el contenido nutricional y el valor energético de los alimentos. (Barquero,2012). Los análisis a realizar son: proteína, carbohidratos, fibra cruda, grasas, cenizas

d) Análisis sensorial de los alimentos

Es el análisis "estandarizado" se utiliza para reducir la subjetividad en las respuestas, ya que alude al uso de procesos explícitos rigurosamente estandarizados. Las empresas lo utilizan tanto en la fase de diseño como en las operaciones diarias para garantizar la mayor calidad posible del producto. Es

crucial verificar, por ejemplo, si la transformación de una entrada afecta las cualidades sensoriales de la salida resultante y, por extensión, la calidad de la salida. (Cali, 2017)

e) Avena

La avena es un tipo de grano que solo se puede cultivar en las tierras altas frías, generalmente se cocina y se come entera. El ácido fítico incluido en la avena puede evitar que el cuerpo absorba hierro y calcio, a pesar de que la avena tiene más proteínas que el maíz, el arroz y el trigo. (Latham, 2002)

f) Pasteurización

La pasteurización implica calentar un producto a una temperatura lo suficientemente alta durante un período de tiempo lo suficientemente largo como para matar cualquier germen dañino que puedan estar presentes en la materia prima, lo que aumenta su vida útil. (Villacrés, 2014)

g) Prueba hedónica

En estas pruebas, se pide al panelista que califique el nivel de cumplimiento general que crea un producto utilizando una escala dada por el examinador. Estas pruebas son una herramienta excepcionalmente exitosa en el plan de productos y son cada vez más utilizadas por las organizaciones, ya que los clientes finalmente representan el momento de la verdad de un producto. (Gonzales et al,2014)

CAPÍTULO IV

DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Variables

4.1.1. Identificación de variables

Las variables de la investigación son las siguientes:

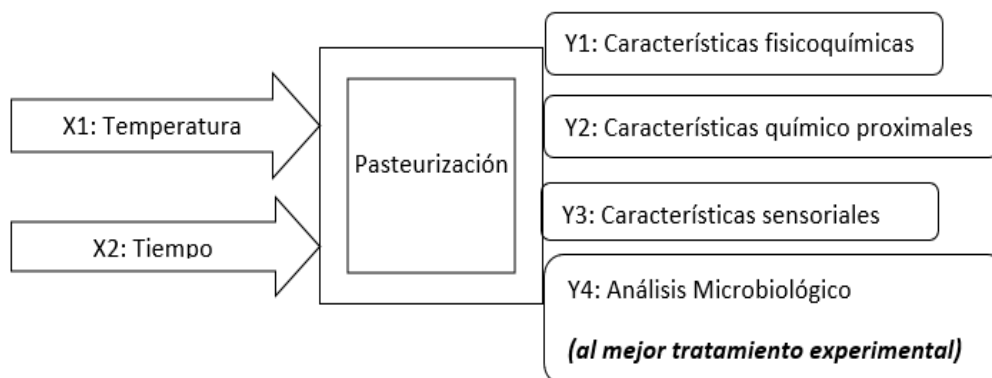
Variables Independientes: X1 = temperatura de pasteurización; X2 = Tiempo de pasteurización

Variables Dependientes: Y1 = Características fisicoquímicas; Y2 = Características químico proximales; Y3 = Características sensoriales; Y4 = Características microbiológicas (producto óptimo)

En la Figura 3, se observa la reacción de las variables independientes sobre las dependientes:

Figura 3.

Influencia de variables independientes sobre las dependientes



En la Figura 3, se ilustra cómo las variables independientes, temperatura (X1) y tiempo (X2), afectan las características fisicoquímicas, químico proximales, sensoriales y microbiológicas de la bebida de avena durante el proceso de pasteurización.

4.1.2. Indicadores de las variables

Los indicadores de las variables son las siguientes:

Indicadores de las Variables Independientes

X1 = temperatura de pasteurización; Indicador = ° C

X2 = Tiempo de pasteurización; Indicador = minutos

Indicadores de las Variables Dependientes

Y1 = Características fisicoquímicas:

- Sólidos solubles; Análisis de pH; Acidez Total; densidad relativa; Indicador = g / 100 g

Y2 = Características químico proximales

- %humedad; % grasa; %proteínas; %fibra; %cenizas; %carbohidratos totales; Indicador = %

Y3 = Características sensoriales

Indicador = Análisis sensorial de los atributos: color, olor, sabor, aspecto y consistencia.

Y4= Características microbiológicas (al producto óptimo)

- Bacterias patógenas; Bacterias deteriorantes; Levaduras y mohos
Indicador = NMP (Número más probable); UFC/mL (Unidades de Placa Formadora de Levaduras y Mohos)

4.1.3. Escala de medición de la etapa de pasteurización

Debido a que en las normas técnicas no especifican parámetros de pasteurización (temperatura y tiempos) para lograr un producto que cumpla con las especificaciones técnicas y solo indican las condiciones finales que debe cumplir el producto como parámetros microbiológicos, fisicoquímicos entre otros. Se va a tomar en cuenta la temperatura a la que los microorganismos (bacterias, mohos y levaduras), se inactivan durante el proceso de pasteurización y son los siguientes:

Bacterias patógenas como *E. coli*, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* y *Campylobacter*.

- Rango de temperatura para inactivación: 60°C a 75°C
- Tiempo de exposición: Generalmente, de 15 a 30 segundos a la temperatura específica.
- Bacterias deteriorantes como *Pseudomonas*, *Acetobacter* y *Bacillus*:
- Rango de temperatura para inactivación: 65°C a 85°C
- Tiempo de exposición: Puede variar dependiendo del tipo de bacteria y la temperatura específica utilizada.
- Levaduras y mohos:
- Rango de temperatura para inactivación: 60°C a 85°C
- Tiempo de exposición: Por lo general, alrededor de 30 a 60 segundos a la temperatura específica. (Gonzalez Fandos, 2021)

Aparte también se consultaron trabajos de investigación que hayan realizado un producto de características parecidas al que deseamos lograr que es la bebida a base de avena. Los parámetros de temperatura y tiempo de pasteurización fueron tomados en cuenta de los antecedentes de estudio de investigadores que llevaron a cabo el procedimiento de elaboración de bebida utilizando la avena como materia prima. En la Tabla 10, se muestran los parámetros de pasteurización (tiempo y temperatura) a la que fue sometida la bebida vegetal de avena de acuerdo a diferentes autores en sus investigaciones:

Tabla 10.

Parámetros de pasteurización sugeridos para la bebida vegetal de avena utilizados por otros autores

Autor	Parámetros de pasteurización	
	(°C)	(min)
(Barroso López, 2020)	90	12
(Sanjinez Noha, 2018)	75	5
(Dolores et al., 2018)	90	15
(Rojas, 2012)	72; 95	5; 10

La Tabla 10 resume los parámetros de pasteurización sugeridos por diferentes autores para la elaboración de una bebida de avena, destacando variaciones en temperatura y tiempo. Barroso López (2020) sugiere 90°C por 12 minutos, Sanjinez Noha (2018) recomienda 75°C por 5 minutos, Dolores et al. (2018) proponen 90°C por 15 minutos, y Rojas (2012) ofrece dos combinaciones: 72°C por 5 minutos y 95°C por 10 minutos. Estas diferencias reflejan distintos enfoques para equilibrar la seguridad microbiológica, la preservación de nutrientes y las características sensoriales del producto. Se observa que existe una discordancia entre temperaturas y tiempos, a mayor temperatura es más tiempo de pasteurización y a menor temperatura es menor tiempo de pasteurización, cabe decir, que son diferentes investigaciones, diferentes autores, cada uno realizó su trabajo experimental arrojando esos parámetros, es por eso que a través de esta investigación vamos a determinar nuestros propios parámetros que nos permitirán establecer aquellos que sean los óptimos para la bebida vegetal de avena. Teniendo en cuenta los parámetros microbiológicos y los utilizados por diversos autores para la elaboración de bebida vegetal a base de avena se propone utilizar los siguientes parámetros de pasteurización para la escala de medición:

Escala de medición de las Variables Independientes

X1 = temperatura de pasteurización: Escala de medición: 65°; 75 y 85 °C

X2 = Tiempo de pasteurización: Escala de medición = 5 ;10 y 15 minutos

4.2. Operacionalización de las variables

En las Tablas 11 y 12 se muestran la operacionalización de las variables:

Tabla 11.

Operacionalización de las variables independientes

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones Indicadores	
Temperatura de Pasteurización (X1)	Es el nivel térmico al que se calienta un alimento o bebida durante un tiempo determinado con el propósito de destruir microorganismos patógenos y reducir la carga microbiana presente. (Villacrés, 2014)	Es la temperatura necesaria para asegurar que la calidad microbiológica sea óptima sin alterar la calidad de la bebida vegetal a base de avena	65 °C 75 °C 85 °C	X1: °C
Tiempo de Pasteurización (X2)	Se refiere al periodo durante el cual un alimento o bebida se mantiene a una temperatura específica para asegurar la destrucción de microorganismos patógenos y la reducción de la carga microbiana presente. (Villacrés, 2014)	Es el tiempo necesario para asegurar que la calidad microbiológica sea óptima sin alterar la calidad de la bebida vegetal a base de avena	5 min 10min 15 min	X2: Minutos

Nota: Parámetros de referencia tomados de la Tabla 10 y de los *parámetros de inactivación de microorganismos*

Tabla 12.*Operacionalización de las variables dependientes*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Características fisicoquímicas (Y1)	Caracterización de los alimentos haciendo énfasis en las propiedades físicas y químicas del producto, (Méndez Ventura, 2020)	Análisis de características fisicoquímicas de la bebida de avena obtenida durante la investigación	-Acidez -Valor de pH -Sólidos Solubles -Densidad relativa	% Acidez N° pH % Sólidos solubles (Brix) N° g/cm ³
Químico proximal (Y2)	Son aquellos análisis que se centran en la composición química, para verificar que cumplan con las especificaciones o requerimientos establecidos durante la formulación. (FAO, 2016)	Análisis fisicoquímico de la bebida de avena obtenida con la finalidad de determinar la caracterización del producto final	-Humedad -Grasas -Proteínas -Fibra -Cenizas -CHOS	% Ho -% grasas -% proteínas -% fibra -% cenizas -%CHOS Totales
Características sensoriales (Y3)	Es el análisis e interpretación de las respuestas a los productos percibidos a través de los sentidos del gusto, vista, olfato, oído y tacto (González Requeiro et al., 2014)	Análisis sensorial de la bebida de avena a través de la opinión de un grupo de personas	-Color -Olor -Sabor -Consistencia -Apariencia	NTP ISO 4121. Análisis Sensorial- Lineamientos NTP ISO 6658 Análisis Sensorial - Metodología
Característica microbiológica (Y4) (Producto optimizado)	Las características microbiológicas se refieren a las propiedades y atributos que describen y distinguen a los microorganismos presentes en un alimento. (Andino Rugama & Castillo, 2010)	Análisis microbiológico realizado a la bebida de avena optimizada para determinar la eficiencia del tratamiento de pasteurización	-Mos. Aerobios mesófilos viables -Enumeración de mohos y levaduras -Recuento de coliformes totales -Recuento de coliformes termotolerantes	UFC/mL UFC/mL Gérmenes/mL Gérmenes/mL

Nota: Muestra la operacionalización de las variables dependientes en el estudio, detallando las definiciones conceptuales y operacionales, las dimensiones evaluadas y los indicadores utilizados para analizar las características fisicoquímicas, químico proximales, sensoriales y microbiológicas de la bebida vegetal de avena

4.3. Hipótesis

4.3.1. General

La combinación de los parámetros de pasteurización influye en las características fisicoquímicas, proximales, microbiológicas y sensoriales de una bebida vegetal elaborada de avena (*Avena sativa*)

4.3.2. Específicas

1ra hipótesis específica

Los parámetros óptimos de temperatura y tiempo de pasteurización influyen en las características fisicoquímicas de una bebida vegetal elaborada a base de avena

Segunda hipótesis específica

Los parámetros óptimos de temperatura y tiempo de pasteurización influyen en las características químico proximales de la bebida vegetal elaborada a base de avena

Tercera hipótesis específica

Los parámetros óptimos de temperatura y tiempo de pasteurización influyen en las características sensoriales de la bebida vegetal elaborada a base de avena

Cuarta hipótesis específica

Los parámetros óptimos de temperatura y tiempo de pasteurización influyen en las características microbiológicas del producto óptimo obtenido

4.4. Material

4.4.1. Ubicación geográfica y temporal

- Los análisis fueron realizados en los siguientes laboratorios de la Escuela de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la UNJBG:
- Laboratorio de Análisis de Alimentos de la Escuela de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la UNJBG – FCAG.
- Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Escuela de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la UNJBG – FCAG.

- El tiempo aproximado de la investigación es de 12-13 meses considerando desde la formulación del proyecto de investigación.

4.4.2. Unidad de estudio

La unidad de estudio es la combinación óptima de los parámetros de pasteurización (temperatura y tiempo) para la elaboración de la bebida vegetal a base de avena (*Avena sativa*). Esta combinación ha sido evaluada para determinar su influencia en las características fisicoquímicas, proximales, sensoriales y microbiológicas del producto final.

4.4.3. Población y muestra

La población y muestra está constituida por 18 pruebas experimentales que representan las combinaciones de los niveles de cada una de las variables de estudio. Estas pruebas se realizaron utilizando de manera constante 150 g de avena molida como materia prima en cada uno de los tratamientos experimentales establecidos.

La cantidad de materia prima a utilizar se determinó en base a las Notas de elaboración casera de bebida vegetal de avena y que se detallan en la Tabla 13 a continuación:

Tabla 13.

Cantidad de materia prima utilizada para la elaboración de bebida vegetal de avena

	Cantidad de avena (g)	Cantidad de agua (ml)	Saborizantes naturales (ml)	Fuente
1	100 g	750 ml	Vainilla 5 ml (1 cda)	(Danza de Fogones, 2022)
2	40 g	1 l	Vainilla al gusto	(Idea vegana, 2022)
3	150 g	1 l	Cacao en polvo, canela, vainilla, escamas de coco	(Vasquez Noya, 2022)
4	60 g 6 cdas.	1 l	-	(Papa Pintor, 2022)
5	200 g	1.5 l	Canela o vainilla al gusto	(La Nación, 2021)
6	100 g	1 l	2,5 ml vainilla (1/2 cda.)	(Herrero, 2021)
7	90 g	700-1000 ml	Canela o vainilla	(Delicias Kitchen, 2020)
8	100 g	1000 ml	Canela o vainilla	(Graf, 2019)
9	100 g	1000 ml	15 ml extracto vainilla ¼ cda. De canela	(Kiwilimón, 2019)
10	150 g	1000 ml	Vainilla o canela opcional	(López, 2017)
11	100 g (1 taza)	750 – 1000 ml	Vainilla 15 ml Canela 5 ml	(El español, 2015)

En la Tabla 13, las cantidades y proporciones de los ingredientes pueden variar según las preferencias personales y el tipo de bebida vegetal de avena deseada. Las fuentes mencionadas proporcionan diferentes recetas y métodos de preparación que pueden influir en las características sensoriales y nutricionales del producto final.

Debido a que la elaboración de bebida vegetal de avena realizada por diversos autores fue elaborada para consumo inmediato y por ende no fue sometida a pasteurización no se ha considerado alguna pérdida de volumen durante su elaboración es por eso que como se puede apreciar en la Tabla 13, la mayoría de los tratamientos de 100 g de materia prima obtiene 1 litro de producto final, debido a esa apreciación es por eso que se opta por utilizar 150 g de avena para asegurar una obtención mínima de 1 litro de producto final.

4.5. Método de la investigación

4.5.1. Tipo y diseño de la investigación

El tipo de la investigación es Prospectivo, transversal, analítico y de alcance Explicativo. El diseño de la investigación es experimental. El diseño factorial que fue utilizado es $3 \times 3 = 9$ tratamientos con 1 repetición en total 18 unidades experimentales como se muestra en la Tabla 14:

Tabla 14.
Matriz de diseño experimental

Tratamientos	X1 Temperatura (°C)	X2 Tiempo (min)
1	65	5
2	65	10
3	65	15
4	75	5
5	75	10
6	75	15
7	85	5
8	85	10
9	85	15
10 (Rep.)	65	5
11 (Rep.)	65	10
12 (Rep.)	65	15
13 (Rep.)	75	5
14 (Rep.)	75	10
15 (Rep.)	75	15
16 (Rep.)	85	5
17 (Rep.)	85	10
18 (Rep.)	85	15

4.5.2. Diseño experimental

La descripción del diseño experimental para la obtención de bebida vegetal de avena es el siguiente:

- 1º Recepción de materia prima : La avena fue adquirida en el centro de abastos mayorista “Mercado Grau” de la ciudad de Tacna en forma de copos. Se recepcionó la avena en copos. Se inspeccionó que no posea elementos extraños como piedras o cáscara de avena.

- 2º Pesado y mezclado: Se procede a pesar la materia prima de acuerdo a la formulación que se empleó en este procedimiento. Debido a que no se logró hallar una investigación publicada donde explique detalladamente las cantidades o concentraciones utilizadas de materia prima, se tomó en cuenta las formulaciones detalladas a nivel artesanal publicadas por diversas Notas para determinar la cantidad de avena, agua y saborizantes para la etapa del proceso de “Pesado y mezclado”, cabe decir que estas formulaciones fueron hechas de manera casera y en el proceso de elaboración no fueron sometidas a pasteurización, por lo que su vida útil fue de 2-6 días como máximo, en nuestro caso la bebida vegetal de avena sí ha sido sometido a pasteurización, así que, lo único que se tuvo en cuenta en la siguiente formulación fueron la cantidad de agua, avena y saborizantes de las siguientes Notas consultadas que se muestran en la Tabla 15:

Tabla 15.*Cantidades de avena y agua recomendadas para el “Pesado y mezclado”*

	Cantidad de avena (g)	Cantidad de agua (ml)	Saborizantes naturales (ml)	Producto final (l)	*Vida útil Sin pasteurización A 4°C (días)	Fuente
1	100 g	750 ml	Vainilla 5 ml (1 cda)	1 l	5 días	(Danza de Fogones, 2022)
2	40 g	1 l	Vainilla al gusto	1 l	3 días	(Ideavegana, 2022)
3	150 g	1 l	Cacao en polvo, canela, vainilla, escamas de coco	1 l	2-3 días	(Vasquéz Noya, 2022)
4	60 g (6 cdas.)	1 l	-	1 l	3 días	(Papa Pintor, 2022)
5	200 g	1.5 l	Canela o vainilla al gusto	1 l	3-4 días	(La Nación, 2021)
6	100g	1 l	2,5 ml vainilla (1/2 cda.)	1 l	4-5 días	(Herrero, 2021)
7	90 g	700-1000 ml	Canela o vainilla	1 l	3-4 días	(Delicias Kitchen, 2020)
8	100 g	1 l	Canela o vainilla 15 ml extracto	1 l	4-6 días	(Graf, 2019)
9	100g	1 l	vainilla ¼ cda. De canela	1 l	4-5 días	(Kiwilimón, 2019)
10	150 g	1 l	Vainilla o canela opcional	1 l	4-5 días	(López, 2017)
11	100 g (1 taza)	750 ml – 1 l	Vainilla 15 ml Canela 5 ml	1 l	4-5 días	(El español, 2015)

Nota. *Todas las formulaciones presentes en la tabla no tuvieron proceso de pasteurización, fueron elaboradas artesanalmente de manera casera, para consumo personal

De acuerdo con los datos de las formulaciones de la Tabla 16, se procedió a utilizar 150 g de avena y se le adicionó 1 litro de agua.

- 3º Remojo de la avena con agua: Se pondrá a remojar en un recipiente por 1 hora la mezcla de avena y agua
- 4º Lavado y descarte de agua de remojo: Se lava la avena que estuvo en remojo, primero se retira con un colador el agua de remojo; este proceso se realiza con ayuda de un *colador fino* para separar el agua de la avena. El agua de remojo se desecha.
- 5º Mezclado con agua: Se adicionó 1,5 l de agua a la avena remojada y lavada. La cantidad de agua seleccionada es el límite máximo utilizado por algunos autores (Tabla 16), y es debido a que se sometió al proceso de pasteurización y se espera una pequeña reducción del volumen

durante esta etapa. Por otro lado, se tomó en cuenta el aspecto económico para elegir entre agua mineral o filtrada.

- 6º Molienda:** Se batirá la mezcla con una licuadora y se hizo por un lapso entre 30-40 segundos. Se tuvo en cuenta No licuar más de 40 segundos debido a que si se licua mucho puede quedar viscosa la mezcla.
- 7º Filtrado:** Se utilizó una malla fina o tela para bebidas vegetales para realizar el filtrado de la mezcla.
- 8º Adición de saborizantes, emulsionantes y estabilizantes:** Se agregó solo saborizantes naturales: 15 ml de extracto de vainilla líquida. Se utilizó la goma guar (E412), actuó como emulsionante, espesante y estabilizante, se agregó el 0,2% del volumen total de la bebida vegetal de avena
- 9º Pasteurización:** Teniendo en cuenta los parámetros utilizados por diversos autores la bebida vegetal de avena fue sometida a pasteurización a temperaturas de (65 °C, 75°C y 85°C) por el tiempo propuesto (5; 10; 15 min).
- 10ºEnfriamiento:** Se enfría la bebida vegetal hasta temperatura ambiente aproximadamente 20°C, mediante reposo a temperatura ambiente.
- 11ºAdición de conservante:** Una vez enfriado a una temperatura de 20°C se procedió a adicionar Sorbato de potasio (E202), a una concentración del 0,1% en peso sobre el volumen total de la bebida vegetal de avena.
- 12ºEnvasado:** Se utilizaron envases asépticos de vidrio con tapa.
- 13ºAlmacenamiento:** Se almacena a temperaturas de refrigeración 4°C. Cada uno de los tratamientos se hizo por duplicado. Una bebida vegetal de avena elaborada artesanalmente sin pasteurizar para consumo personal tiene una vida útil de 2-6 días como máximo. Se espera que la vida útil de la bebida vegetal de avena pasteurizada con conservante sea de unos 3-6 meses a temperaturas de refrigeración.

14º Análisis del producto final: A los 18 tratamientos experimentales de pasteurización propuestos (Tabla 15.), se realizaron los siguientes análisis: Análisis de características fisicoquímicos, químicos proximales y análisis sensorial. Y solo al mejor tratamiento experimental o producto óptimo obtenido se realizó el análisis microbiológico.

4.5.3. Flujograma de la obtención de bebida vegetal de avena

En los siguientes gráficos se detalla gráficamente el procedimiento para la obtención de bebida vegetal de avena que se propone alcanzar en la presente investigación. En la Figura 4 se presenta el diagrama de bloques del procedimiento de elaboración de bebida vegetal de avena. En la Figura 5 se detalla el procedimiento experimental de elaboración de bebida vegetal de avena teniendo en cuenta los parámetros de pasteurización que se tuvieron en cuenta en la siguiente investigación. El balance de masa propuesto para la presente investigación para obtener bebida vegetal de avena se presenta en la Figura 6. En la Figura 7, se da a conocer los análisis a realizar en el producto final obtenido.

Figura 4.

Diagrama de bloques para la bebida vegetal de avena

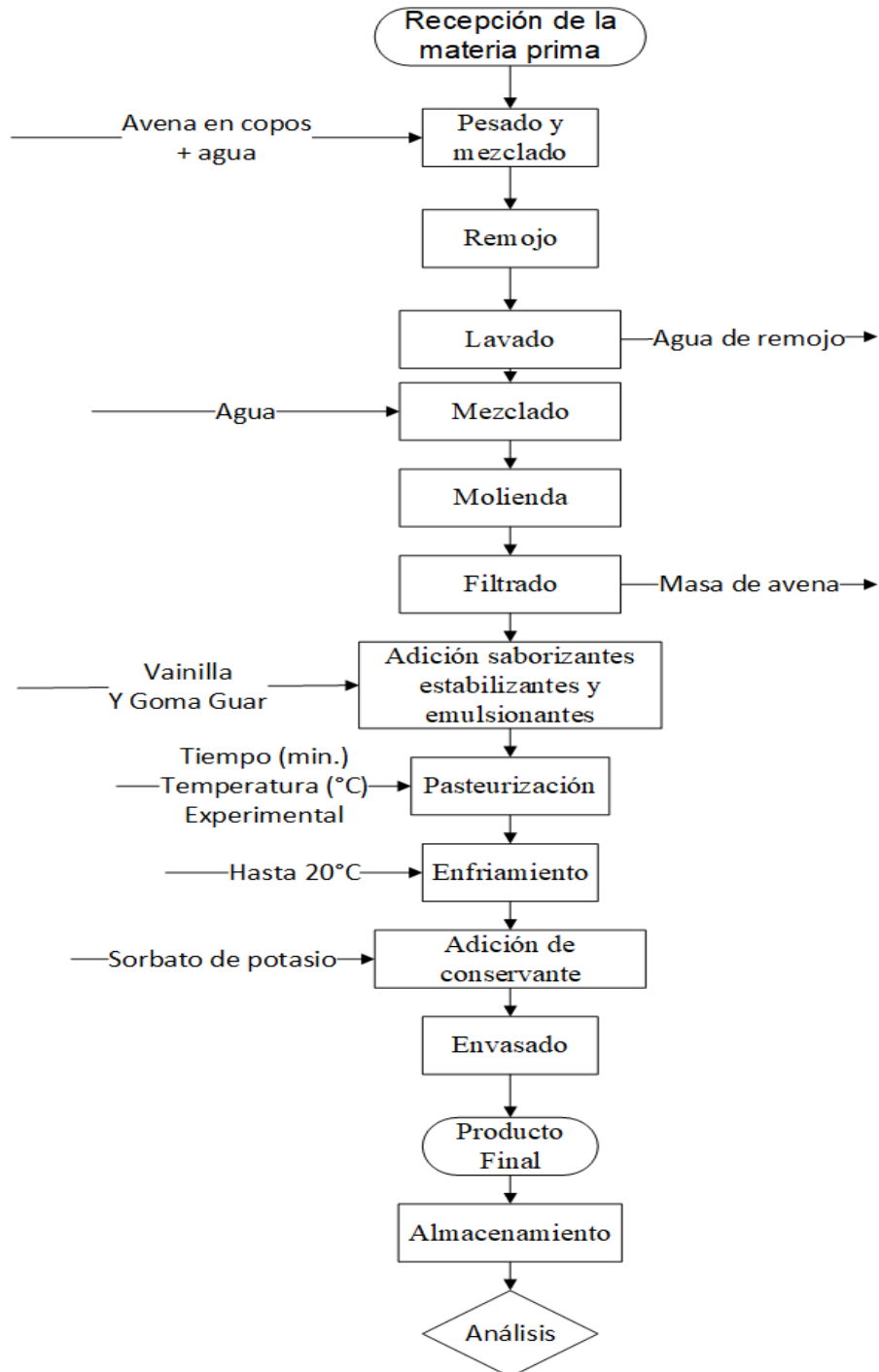


Figura 5.
Diseño tipo experimental de la bebida vegetal de avena

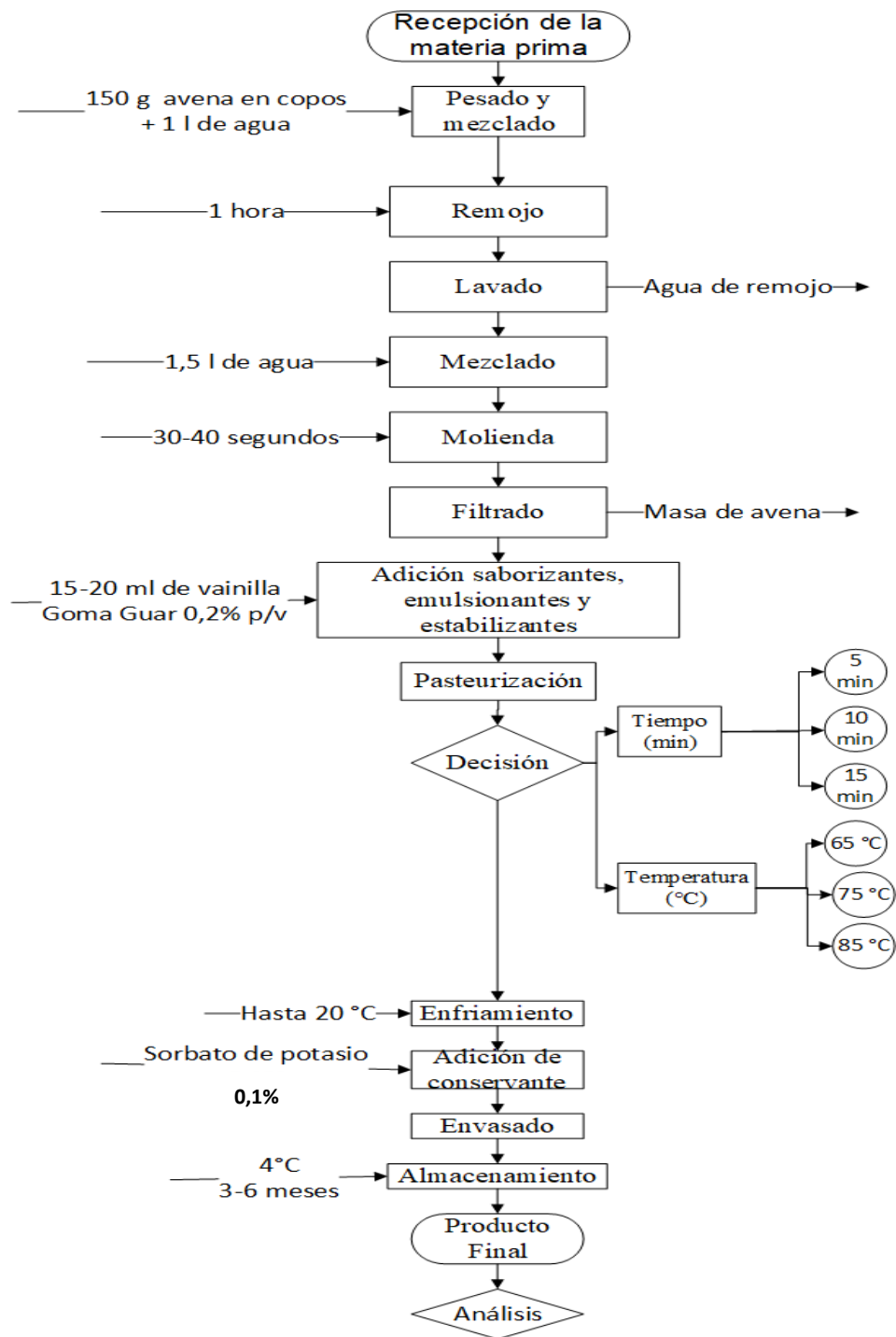


Figura 6.

Diseño predictivo del balance de masa de la bebida vegetal de avena

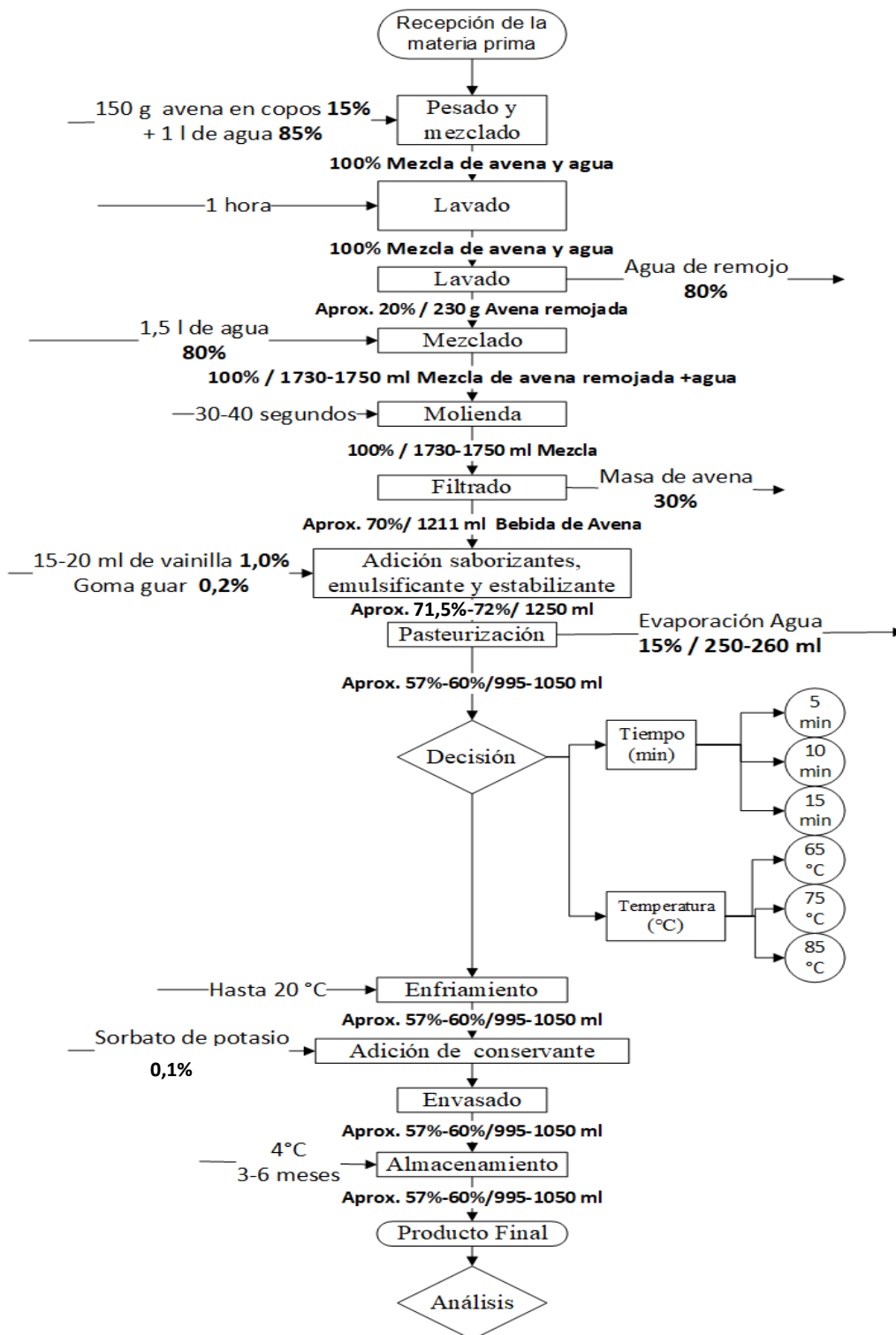
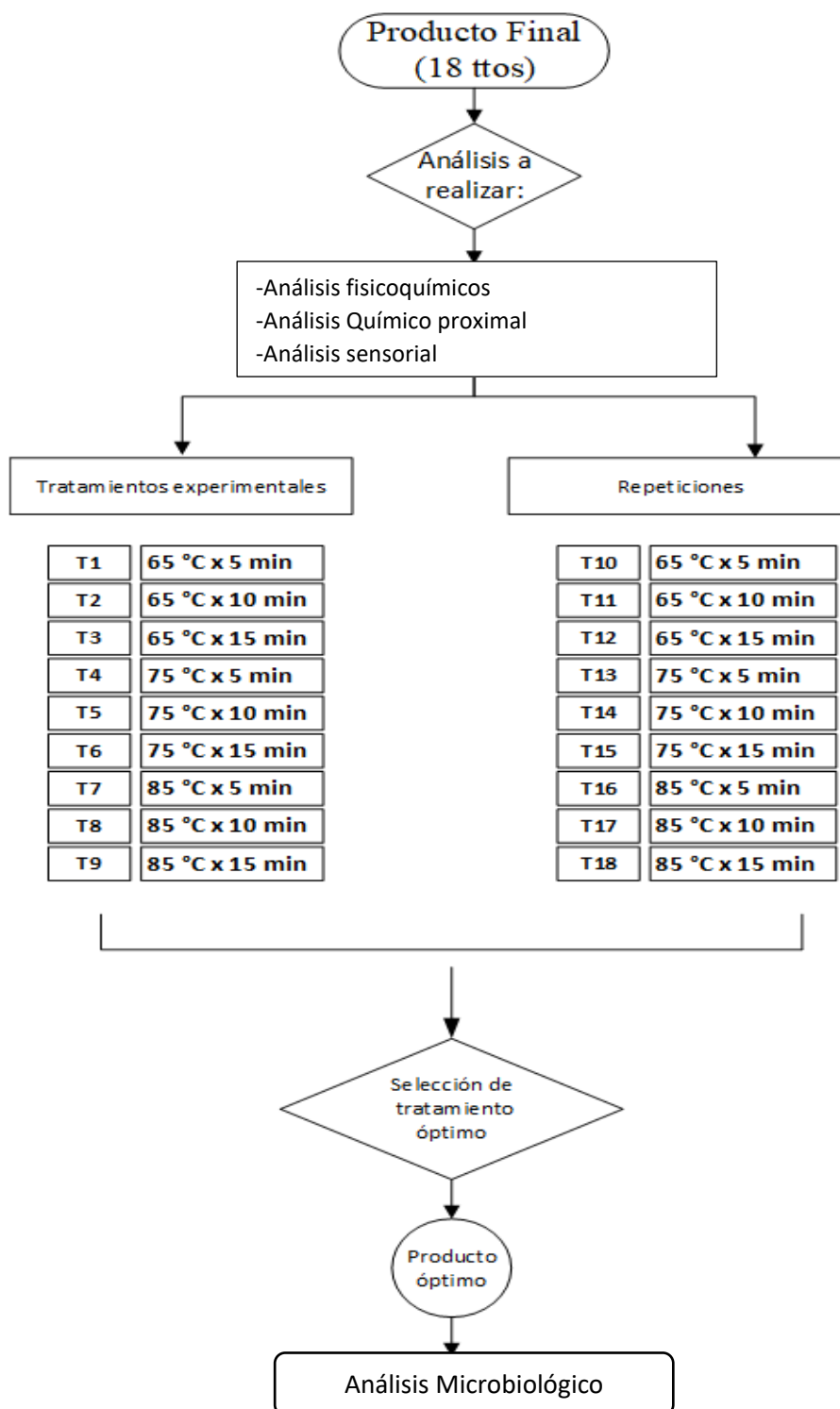


Figura 7.
Análisis del producto final



4.5.4. Materiales y equipos

Los materiales y equipos que fueron utilizados para la investigación son los siguientes:

4.5.4.1. Materia prima

La materia prima a utilizar es la avena (*Avena sativa*), se adquirirá a granel por kilogramos.

4.5.4.2. Materiales

Para el proceso de obtención de bebida vegetal de avena se utilizaron los siguientes materiales expuesto en la Tabla 16:

Tabla 16.

Materiales de la fase experimental a escala de laboratorio

N°	Etapa	Instrumento	Fabricante y modelo
2°	Pesado y mezclado	Bowl (tazon)	Mixing German
4°	1er filtrado	Filtro para bebida vegetal	Bamboo Bala
7°	2do filtrado	Filtro para bebida vegetal	Bamboo Bala
9°	Pasteurización	Olla acero inoxidable Cucharón	Just Home Marble Generico
11°	Envasado	Botellas PET blancas	Capacidad 1 l con tapa rosca

4.5.4.3. Equipos para el proceso de la fase experimental a escala de laboratorio

Para el proceso de obtención de bebida vegetal de avena se utilizaron los siguientes equipos que se señalan en la Tabla 17:

Tabla 17.*Equipos de la fase experimental a escala de laboratorio*

N°	Etapa	Equipo	Fabricante y modelo
2°	Pesado y mezclado	Balanza analítica	METLER AJ 150, +/- 0, mg de sensibilidad
6°	Molienda	Licuada	OSTER 550 W con botones
9°	Pasteurización	Cocina eléctrica	THERMOLYNE TYPE 2200 – USA.
12°	Almacenamiento	Refrigeradora	INDURAMA RI-359

4.5.4.4. Instrumentos de medición

Para el proceso de obtención de bebida vegetal de avena se utilizaron los siguientes instrumentos de medición mencionados en la Tabla 18:

Tabla 18.*Instrumentos de medición de la fase experimental a escala de laboratorio*

N°	Etapa	Instrumento	Fabricante y modelo
9°	Pasteurización	Termómetro digital	THERMOLYNE TYPE 2200 – USA.
		Cronómetro digital	XINJIE XJ-009A
10°	Enfriamiento	Termómetro digital	PRECISIÓN TERMESPI20

4.5.5. Recolección de datos

Las muestras obtenidas del diseño experimental (18 tratamientos), fueron recolectadas y colocadas en almacenamiento a temperaturas de refrigeración entre 2°C y 4°C en un tiempo 24 a 48 horas, para ser sometidas a su posterior análisis fisicoquímico, químico proximal, sensorial y vida útil.

4.5.6. Normas técnicas para el análisis de las muestras

4.5.6.1. Análisis Fisicoquímico

- Determinación de sólidos solubles. Productos elaborados a partir de frutas y otros vegetales. (NTP 203.072. Ítem 2.4.1 1977 (revisada el 2012))
- Análisis de pH de alimentos. (AOAC 981. 12 20th.Ed. 2016)
- Índice de acidez de bebidas no alcohólicas. (AOAC 950.15 20th.Ed. 2016)
- Acidez por titulación con NaOH 0,1 N (AOAC 947.05)

4.5.6.2. Análisis químico proximal

- Proteína: Método Kjeldahl, A.O.A.C. (1981)
- Carbohidratos: Fenol - Sulfúrico. A.O.A.C. (1981)
- Fibra cruda: Calorímetro A.O.A.C. (1981)
- Grasas: Método Soxhlet A.O.A.C. (1981)
- Cenizas: Método Soxhlet A.O.A.C. (1981)

4.5.6.3. Análisis sensorial

- NTP ISO 4121. Análisis sensorial – Lineamientos para el uso de escalas de respuestas cuantitativas. (NTP ISO 4121 Norma Internacional, 2003)
- NTP ISO 6658. Análisis sensorial. Metodología. Lineamientos generales. (NTP - ISO 6658, 2008)

Como 1er paso se llevó a cabo pruebas de aceptación para determinar el grado de aceptabilidad de la bebida vegetal de avena entre

los consumidores. Esto incluirá pruebas como la escala hedónica, donde los panelistas evaluaron la bebida en términos de agrado o desagrado en una escala de puntuación. (González et al ,2014)

Se utilizó una escala discreta hedónica de 9 puntos, debido a que puede ser más discriminatorias que las escalas de 7 o 5 puntos. (NTP ISO 4121 Norma Internacional, 2003). La escala irá desde Me gusta mucho hasta me disgusta mucho. Como 2do paso en la muestra que obtenga mayor aceptación se realizó una prueba de discriminación (prueba de comparación por parejas) para determinar diferencias de aceptación entre una bebida de avena comercial y la bebida vegetal de avena elaborada en la investigación. (NTP - ISO 6658, 2008). Finalmente, como 3er paso se realizó una prueba descriptiva para identificar los atributos sensoriales específicos presentes en la muestra con mayor aceptación. (NTP - ISO 6658, 2008). El panel de degustación estuvo conformado por docentes de la escuela de Industrias Alimentarias y por alumnos que cursen los últimos años de estudio, se espera contar con un promedio entre 10-20 personas en total. La evaluación sensorial se basó en los siguientes atributos: apariencia, color, olor, sabor y consistencia. Los resultados se procesaron estadísticamente de acuerdo al tipo de evaluación sensorial aplicado:

4.5.6.4. Análisis microbiológico (producto óptimo)

El análisis microbiológico fue otra medida para comprobar la efectividad de la pasteurización en la bebida vegetal de avena.

Debido a que no hay una normativa establecida para bebidas vegetales, se tuvieron en cuenta las normas microbiológicas establecidas por el MINSA (Ministerio de Salud) R.M. N°591-2008/MINSA, para bebidas jarabeadas y no jarabeadas no carbonatadas (zumos, néctares, extractos y productos concentrados) que se detallan en el artículo 16.1 de las normas y cuyos límites se detallan en la Tabla 20, son los siguientes:

Tabla 19.
Parámetros de análisis microbiológicos

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por mL	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10	10 ²
Mohos	2	3	5	2	1	10
Levaduras	2	3	5	2	1	10
Coliformes	5	2	5	0	<2,2	---

Donde de acuerdo al MINSA (2008):

- “n” (minúscula): Número de unidades de muestra requeridas para realizar el análisis, que se eligen separada e independientemente, de acuerdo a normas nacionales o internacionales referidas a alimentos y bebidas apropiadas para fines microbiológicos.
- “c”: Número máximo permitido de unidades de muestra rechazables en un plan de muestreo de 2 clases o unidades de muestra provisionalmente aceptables en un plan de muestreo de 3 clases, cuando se detecte un número de unidades de muestra mayor a “c” se rechaza el lote
- “m” (minúscula): Limite microbiológico que separa la calidad aceptable de la rechazable. En general, un valor igual o menor a “m” representa un producto aceptable y los valores superiores a “m” indican lotes rechazables en un plan de muestreo de 2 clases.
- “M” (mayúscula): los valores de recuentos microbianos superiores a “M” son inaceptables, el alimento representa un riesgo para la salud. (MINSA,2008)

4.5.7. Análisis estadísticos

Para el procesamiento de los datos obtenidos en la investigación se realizaron los siguientes análisis:

- Análisis de Superficie de respuesta
- Análisis Regresión múltiple
- Análisis de Anova

CAPÍTULO V

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. Resultados del Análisis Físicoquímico de la bebida de avena

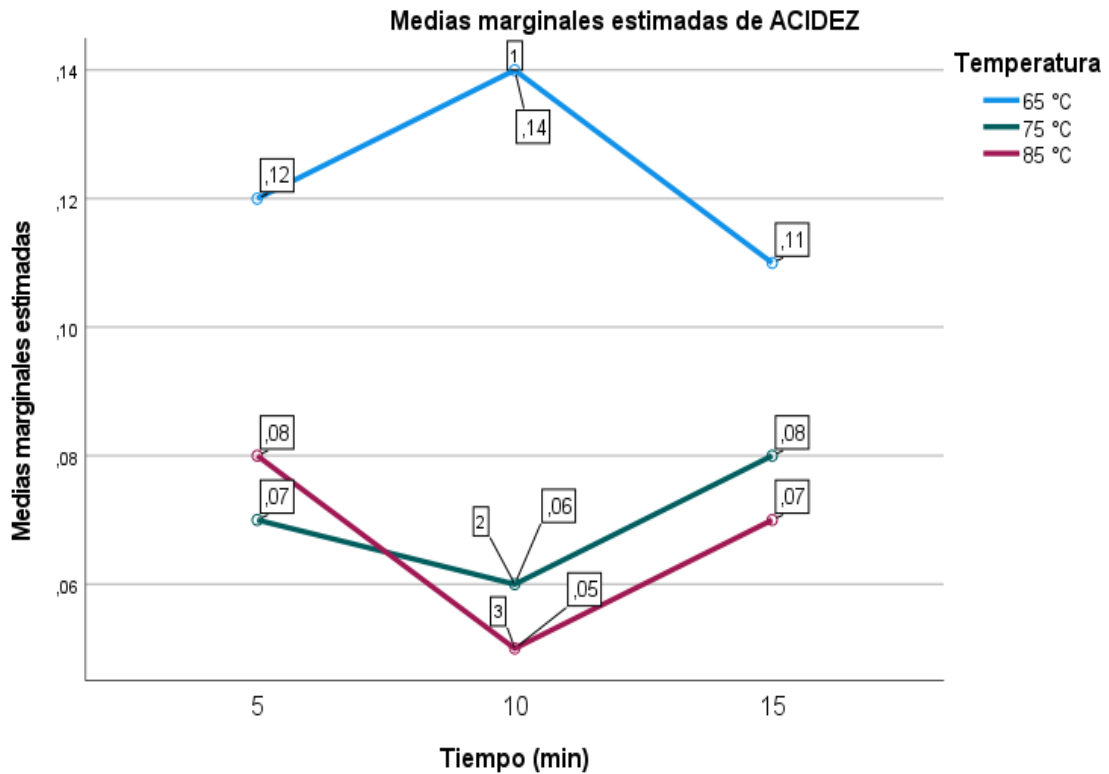
5.1.1. Resultados del análisis de acidez por titulación

En el Anexo 4, se presentan los resultados del análisis de Acidez Total por Titulación de la bebida de avena. Los coeficientes del modelo de regresión o pseudocomponentes ajustado del % Acidez (**Anexo 19**), muestra que solo el parámetro individual de la temperatura fue significativo 0,00 ($p < 0,05$).

En el análisis de los efectos principales (Figura 8) el componente más influyente en la variación del % acidez en la bebida de avena es la temperatura a 85°C en un tiempo de 5 y 10 min, según en el análisis de varianza, el modelo ajustado presentó significancia (p -valor =0,000), además los términos de interacción, aunque no fueron significantes (p valor $> 0,05$), se mantienen en el modelo en aplicación del principio jerárquico. Asimismo, presenta un alto coeficiente de determinación para la regresión (R^2) de 0,818, es decir que existe un 81,8% de precisión, es decir, estos resultados permiten afirmar que el modelo obtenido es estadísticamente significativo y sí es posible explicar el comportamiento de la variación de la acidez, a escala de laboratorio por efecto de las variables de pasteurización (tiempo y temperatura).

Figura 8.

Análisis de los componentes principales del contenido de acidez



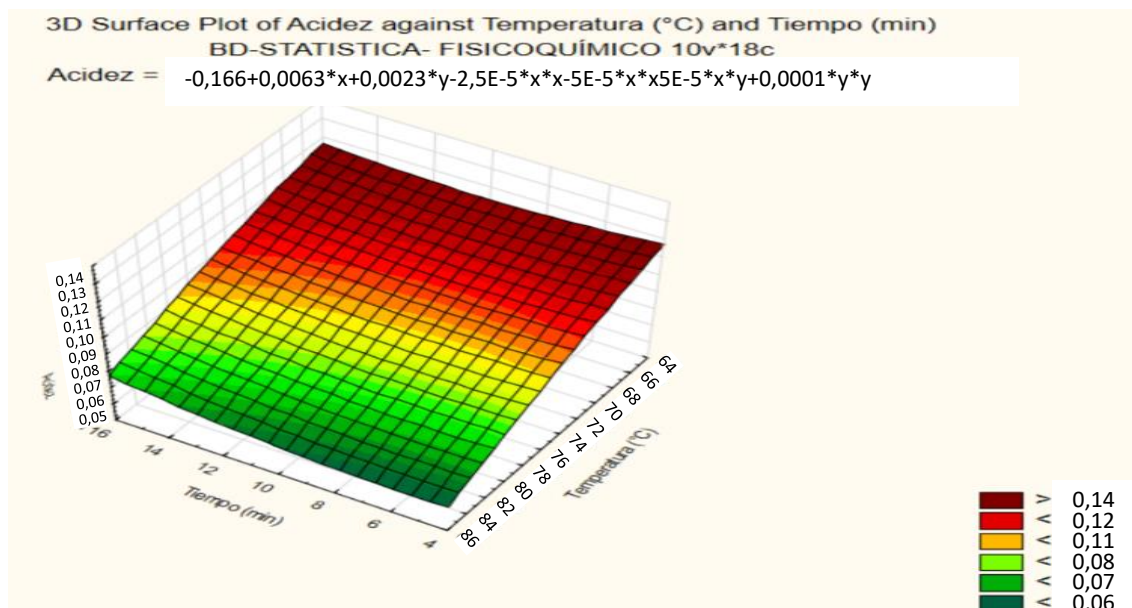
Nota: Software estadístico SPSS.27 (2024)

En la Figura 8 se puede observar que la temperatura de 65 °C es la que obtuvo mayores valores de % acidez, principalmente a una temperatura de 5 y 15 minutos, seguido del tiempo de 10 minutos. A continuación, en la Figura 9 se muestra el análisis de superficie de respuesta del modelo completo, se puede observar que la región con mayor concentración de acidez, ocurrirá cuando se elabore con temperaturas mayores de 65°C con tiempos de pasteurización entre 5-15 min, alcanzando valores de Acidez mayores de 0,14.

Figura 9.

Análisis de optimización del contenido de acidez

Acidez $-0,166+0,0063$



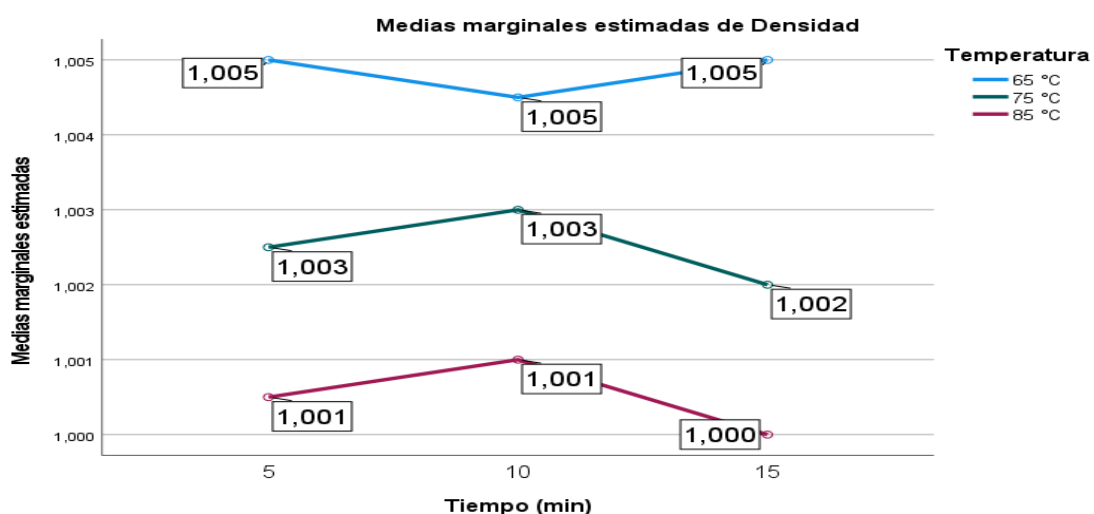
A continuación, se proporciona la fórmula de la representación matemática sobre la relación entre las variables del proceso y la variable de respuesta, esta ecuación nos ayudó a prevenir que cambios ocurrirán si se realizan cambios en las variables independientes (temperatura y tiempo) y como influirán en el resultado deseado, en este caso, la “Acidez” de la bebida de avena.

$$\begin{aligned} \text{Acidez} = & -0,166 + 0,0063 \text{ Temperatura } (^\circ\text{C}) + 0,0023 \text{ Tiempo}(\text{min}) \\ & - 2,5 \times 10^{-5} \text{ Temperatura } (^\circ\text{C}) \times \text{Temperatura } (^\circ\text{C}) \\ & - 5 \times 10^{-5} \text{ Temperatura}(^\circ\text{C}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \\ & + 0,0001 \times \text{Tiempo}(\text{min}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \end{aligned}$$

5.1.2. Resultados del análisis de densidad

En el Anexo 5, se presentan los resultados del análisis de densidad de la bebida de avena. Los coeficientes del modelo de regresión o pseudocomponentes ajustado del análisis de **densidad** (Anexo 20), muestra que la temperatura es significativa (0,000). En el análisis de los efectos principales (Figura 10) el componente más influyente en la variación de la densidad en la bebida de avena es la temperatura a 65°C en un tiempo de 5-15 min, según en el análisis de varianza, el modelo ajustado presentó significancia (p-valor =0,000), además el tiempo no fue significativo (Sig. 0,153) (p valor >0,05), se mantienen en el modelo en aplicación del principio jerárquico. Asimismo, presenta un alto coeficiente de determinación para la regresión (R^2) de 0,975, es decir que existe un 97,5% de precisión, es decir, estos resultados permiten afirmar que el modelo obtenido es estadísticamente significativo y sí es posible explicar el comportamiento de la variación de la densidad, a escala de laboratorio por efecto de la variable de pasteurización (temperatura).

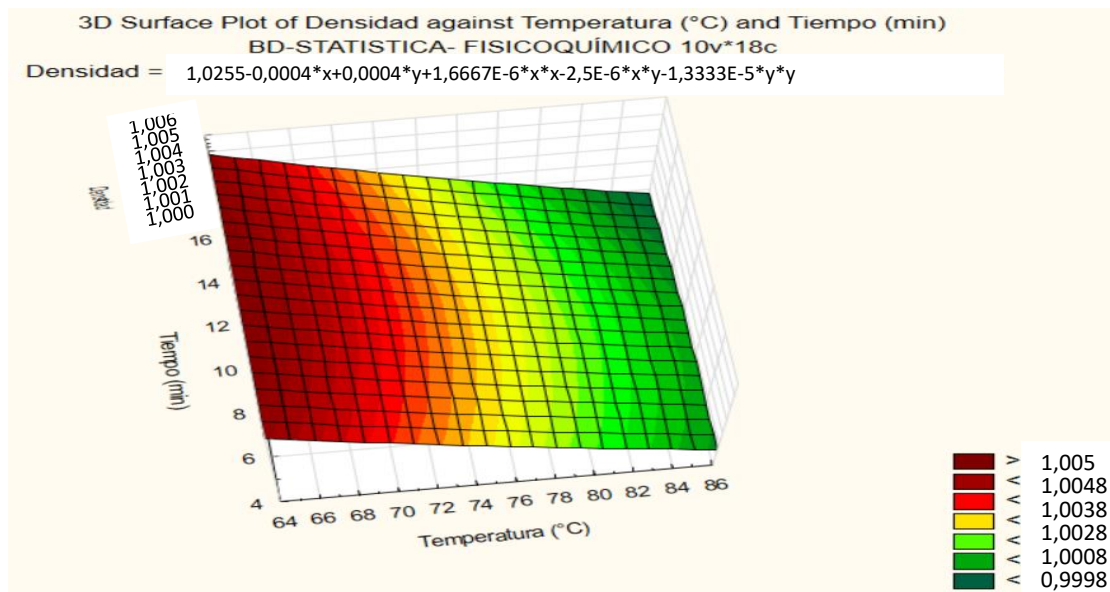
Figura 10.
Análisis de los componentes principales sobre la densidad



Nota: Software estadístico SPSS.27 (2024)

En la Figura 10 se puede observar que la temperatura de 65 °C se obtiene mayor valor de % densidad, principalmente a un rango de temperatura entre 5-15 minutos.

Figura 11.
Análisis de optimización de la densidad



En la Figura 11 se muestra el análisis de superficie de respuesta del modelo completo, se puede observar que la región con mayor concentración de densidad, ocurrirá cuando se elabore con temperaturas menores de 70 °C con tiempos de pasteurización en un rango entre 5- 15 min, alcanzando valores de densidad mayores de 1,005. A continuación, se proporciona la fórmula de la representación matemática sobre la relación entre las variables del proceso y la variable de respuesta, esta ecuación nos ayudó a prevenir que cambios ocurrirán si se realizan cambios en las variables independientes (temperatura y tiempo) y como influirán en el resultado deseado, en este caso, el “densidad” de la bebida de avena.

$$\begin{aligned}
 \text{Densidad} = & 1,0255 - 0,0004 \text{ Temperatura } (^{\circ}\text{C}) + 0,0004 \text{ Tiempo}(\text{min}) \\
 & + 1,6667 \times 10^{-6} \times \text{Temperatura} (^{\circ}\text{C}) \times \text{Temperatura} (^{\circ}\text{C}) \\
 & - 2,5 \times 10^{-6} \times \text{Temperatura} (^{\circ}\text{C}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \\
 & - 1,3333 \times 10^{-5} \times \text{Tiempo}(\text{min}) \times \text{Tiempo}(\text{min})
 \end{aligned}$$

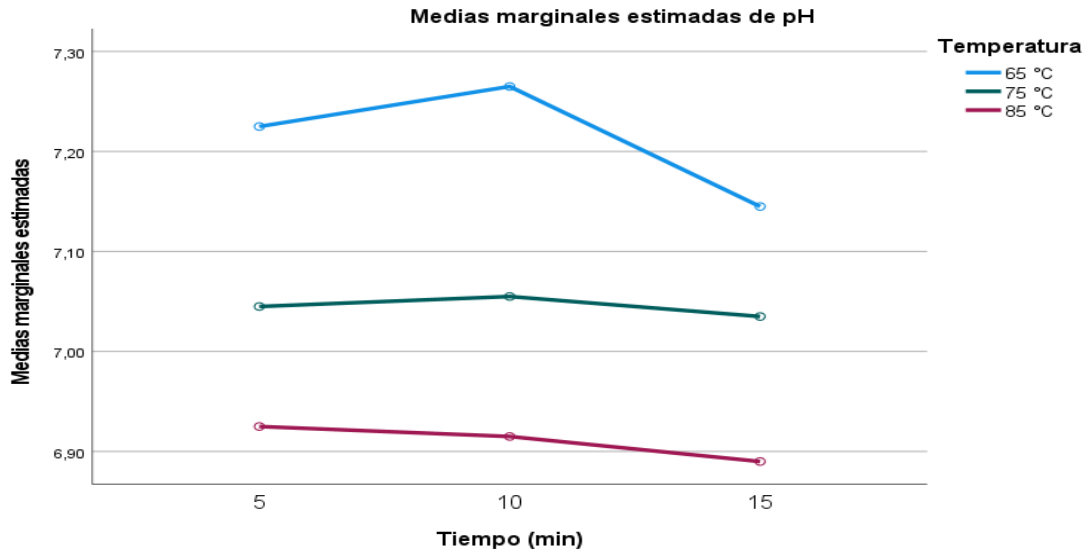
5.1.3. Resultados del análisis de pH

En el Anexo 6, se presentan los resultados del análisis de pH de la bebida de avena:

Los coeficientes del modelo de regresión o pseudocomponentes ajustado del análisis de pH (Anexo 21), muestra que todos los componentes son significativos con valores de Sig. 0,000 ($p < 0,05$). En el análisis de los efectos principales (Figura 12) el componente más influyente en la variación del pH en la bebida de avena es la temperatura a 65°C en un tiempo de 10 min, según en el análisis de varianza, el modelo ajustado presentó significancia (p-valor = 0,000), además los términos de interacción, también son significantes (p valor $< 0,05$), por lo tanto, se mantienen en el modelo en aplicación del principio jerárquico. Asimismo, presenta un alto coeficiente de determinación para la regresión (R^2) de 0,998, es decir que existe un 99,8% de precisión, es decir, estos resultados permiten afirmar que el modelo obtenido es estadísticamente significativo y sí es posible explicar el comportamiento de la variación del pH, a escala de laboratorio por efecto de las variables de pasteurización (tiempo y temperatura).

Figura 12.

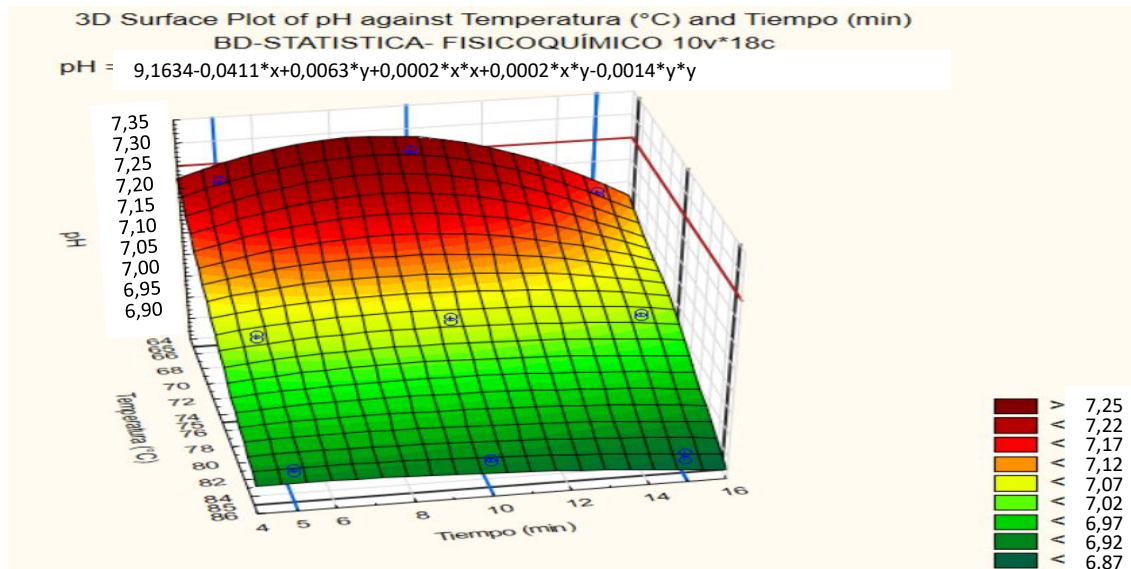
Análisis de los componentes principales sobre el pH



Nota: Software estadístico SPSS.27 (2024)

En la Figura 12 se puede observar que la temperatura de 65 °C es la que obtuvo mayores valores de pH, principalmente a una temperatura de 10 minutos, seguido del tiempo de 5 minutos y en tercer lugar a un tiempo de 15 minutos. En la Figura 13 se muestra el análisis de superficie de respuesta del modelo completo, se puede observar que la región con mayor concentración de pH, ocurrirá cuando se elabore con temperaturas menores de 65 °C con tiempos de pasteurización mayores de 10 min, alcanzando valores pH mayores de 7,25.

Figura 13.
Análisis de optimización del pH



A continuación, se proporciona la fórmula de la representación matemática sobre la relación entre las variables del proceso y la variable de respuesta, esta ecuación nos ayudó a prevenir que cambios ocurrirán si se realizan cambios en las variables independientes (temperatura y tiempo) y como influirán en el resultado deseado, en este caso, el “pH” de la bebida de avena.

$$\begin{aligned} \text{pH} = & 9,1634 - 0,0411 \text{ Temperatura } (^\circ\text{C}) + 0,0063 \text{ Tiempo}(\text{min}) \\ & + 0,0002 \times \text{Temperatura}(^\circ\text{C}) \times \text{Temperatura}(^\circ\text{C}) \\ & + 0,0002 \times \text{Temperatura}(^\circ\text{C}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \\ & - 0,0014 \times \text{Tiempo}(\text{min}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \end{aligned}$$

5.1.4. Resultados del análisis de sólidos solubles

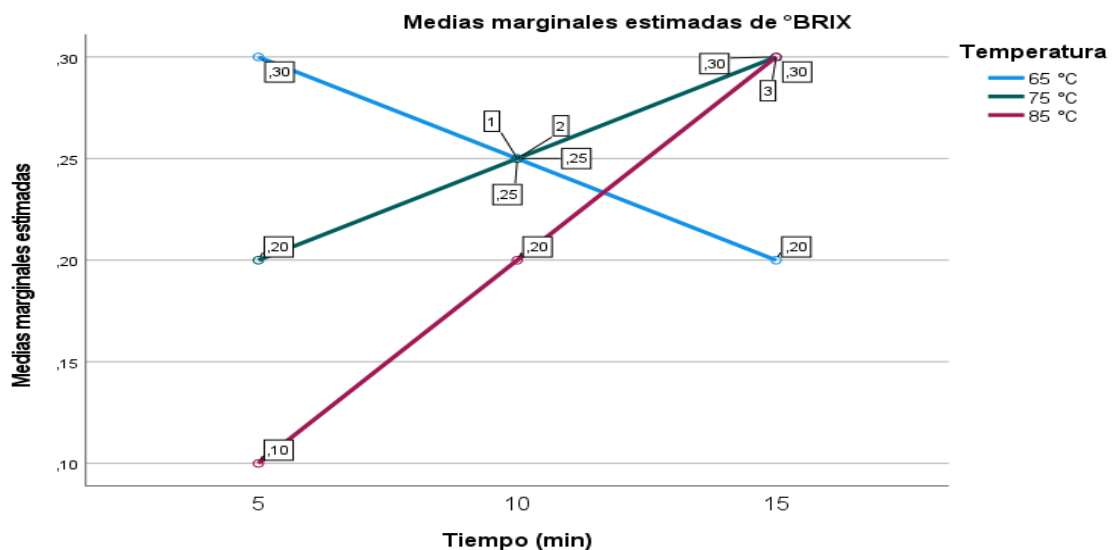
En el Anexo 7, se presentan los resultados de sólidos solubles de la bebida de avena:

Los coeficientes del modelo de regresión o pseudocomponentes ajustado de sólidos solubles (°Brix) (Anexo 22), muestra que todos los coeficientes son significativos ($p < 0,05$). En el análisis de los efectos principales (Figura 14) el componente más influyente en la variación del °Brix en la bebida de avena es

variado es decir la temperatura y tiempo influyen en la variación de los °Brix de la bebida de avena, según en el análisis de varianza, el modelo ajustado presentó significancia (p-valor =0,003), además los términos de interacción, fueron significantes (p valor < 0,05), se mantienen en el modelo en aplicación del principio jerárquico. Asimismo, presenta un alto coeficiente de determinación para la regresión (R2) de 0,875, es decir que existe un 87,5% de precisión, es decir, estos resultados permiten afirmar que el modelo obtenido es estadísticamente significativo y sí es posible explicar el comportamiento de la variación de los °Brix, a escala de laboratorio por efecto de las variables de pasteurización (tiempo y temperatura).

Figura 14.

Análisis de los componentes principales sobre los sólidos solubles

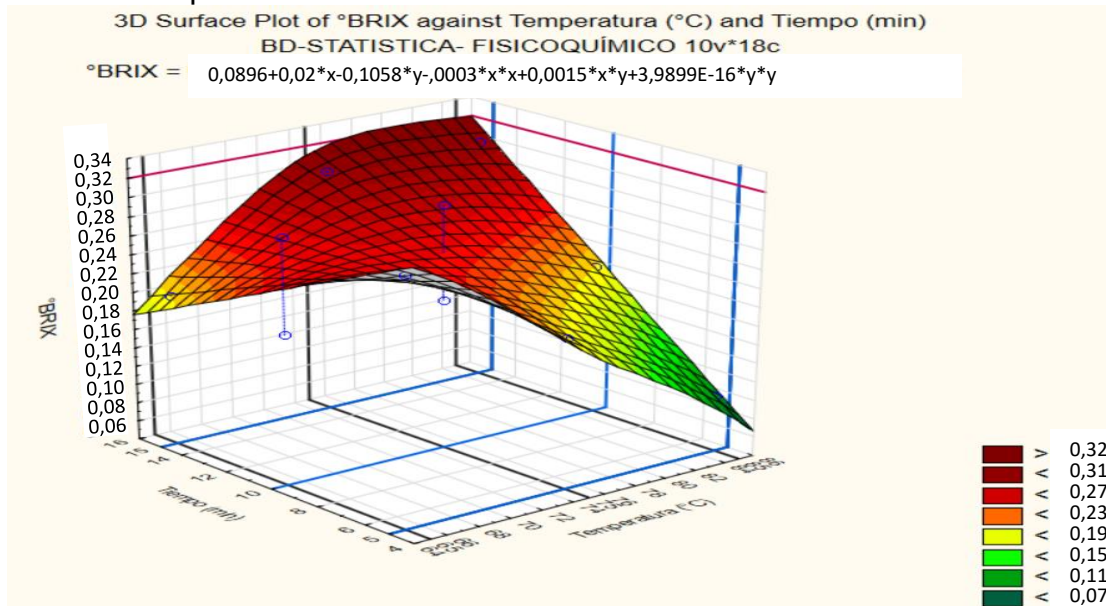


Nota: Software estadístico SPSS.27 (2024)

En la Figura 14 se puede observar que la temperatura y el tiempo influyen en los valores de °Brix, a diferentes tiempos y temperaturas. En la Figura 15 se muestra el análisis de superficie de respuesta del modelo completo, se puede observar que la región con mayor concentración de °Brix, ocurrirá cuando se elabore con temperaturas mayores de 85 °C con tiempo de pasteurización mayores de 15 min, alcanzando valores °Brix mayores de 0,32.

Figura 15.

Análisis de optimización del contenido de sólidos solubles



A continuación, se proporciona la fórmula de la representación matemática sobre la relación entre las variables del proceso y la variable de respuesta, esta ecuación nos ayudó a prevenir que cambios ocurrirán si se realizan cambios en las variables independientes (temperatura y tiempo) y como influirán en el resultado deseado, en este caso, el “sólidos solubles” de la bebida de avena.

$$\begin{aligned} \text{°BRIX} = & 0,0896 + 0,02 \text{ Temperatura (°C)} - 0,1058 \text{ Tiempo(min)} \\ & - 0,0003 \times \text{Temperatura(°C)} \times \text{Temperatura(°C)} \\ & + 0,0015 \times \text{Temperatura(°C)} \times \text{Tiempo(min)} \\ & + 3,9899 \times 10^{-16} \times \text{Tiempo(min)} \times \text{Tiempo(min)} \end{aligned}$$

5.2. Resultados del análisis proximal de la bebida de avena

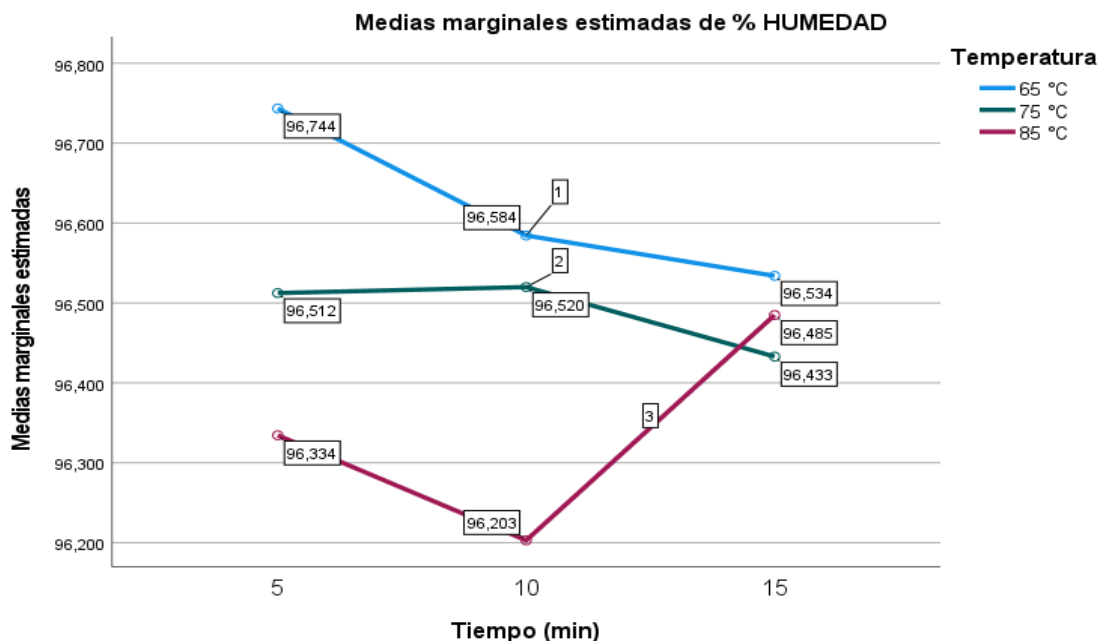
5.2.1. Resultados del análisis de humedad

En el Anexo 8, se presentan los resultados del análisis de humedad de la bebida de avena:

Los coeficientes del modelo de regresión o pseudocomponentes ajustado del contenido de humedad (Anexo 23), muestra que ningún coeficiente es significativo ($p > 0,05$). En el análisis de los efectos principales (Figura 16) el componente más influyente en la variación del % humedad en la bebida de avena es la temperatura a 65°C en un tiempo de 5 min, sin embargo, según en el análisis de varianza, el modelo ajustado no presentó significancia (p -valor = 0,340), además los términos de interacción, aunque no fueron significantes (p valor $> 0,05$), se mantienen en el modelo en aplicación del principio jerárquico. Asimismo, presenta un bajo coeficiente de determinación para la regresión (R^2) de 0,541, es decir que existe un 54,1% de precisión, es decir, estos resultados No permiten afirmar que el modelo obtenido es estadísticamente significativo y por lo tanto, no es posible explicar el comportamiento de la variación del %humedad, a escala de laboratorio por efecto de las variables de pasteurización (tiempo y temperatura).

Figura 16.

Análisis de los componentes principales del % humedad

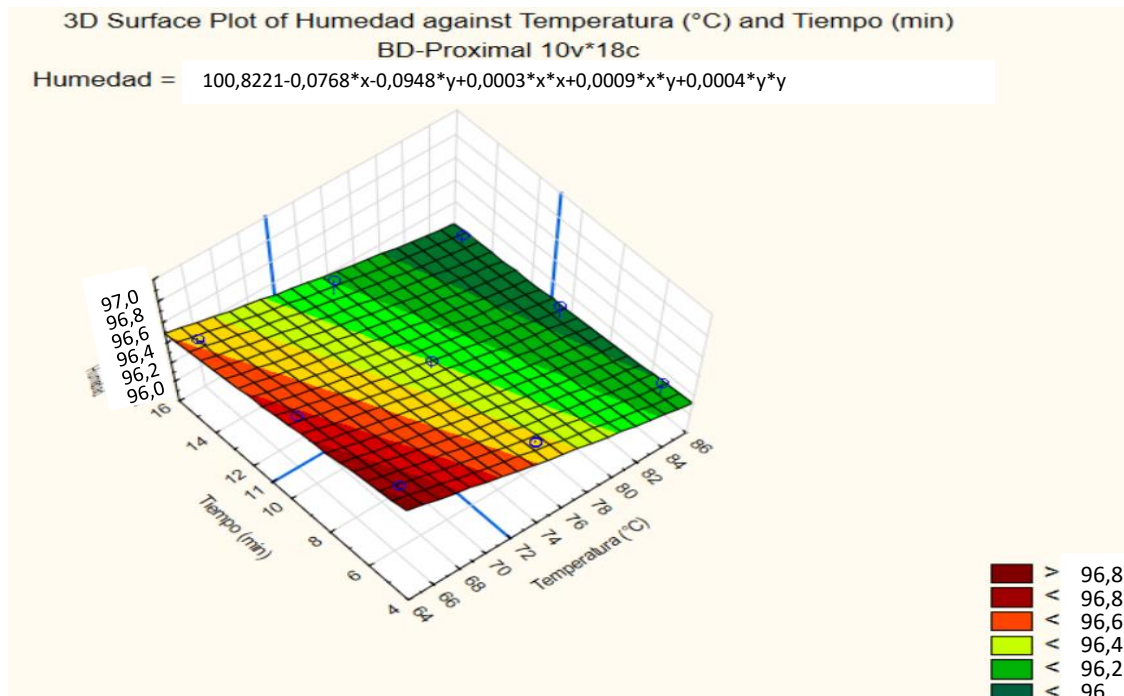


Nota: Software estadístico SPSS.27 (2024)

En la Figura 16 se puede observar que la temperatura de 65 °C es la que obtuvo mayores valores de % humedad, principalmente a una temperatura de 5 minutos, seguido del tiempo de 10 minutos y en tercer lugar a un tiempo de 15 minutos. En la Figura 17 se muestra el análisis de superficie de respuesta del modelo completo, se puede observar que la región con mayor concentración de %humedad ocurrirá cuando se elabore a temperaturas de pasteurización menores de 72 °C, con tiempos menores de 11 minutos alcanzando valores mayores de 96,8%. Mientras que la tendencia de menores % de humedad, se obtiene cuando opera a temperaturas mayores de 82 °C con tiempos mayores de 9 minutos de pasteurización logrando así porcentajes de humedad menores de 96%.

Figura 17.

Análisis de optimización del contenido de humedad



A continuación, se proporciona la fórmula de la representación matemática sobre la relación entre las variables del proceso y la variable de

respuesta, esta ecuación nos ayudó a prevenir que cambios ocurrirán si se realizan cambios en las variables independientes (temperatura y tiempo) y como influirán en el resultado deseado, en este caso, el “humedad” de la bebida de avena.

$$\begin{aligned} \text{Humedad} = & 100,8221 + 0,0768 \text{ Temperatura } (^{\circ}\text{C}) + 0,0948 \text{ Tiempo}(\text{min}) \\ & + 0,0003 \times \text{Temperatura} (^{\circ}\text{C}) \times \text{Temperatura} (^{\circ}\text{C}) \\ & + 0,0009 \times \text{Temperatura} (^{\circ}\text{C}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \\ & + 0,0004 \times \text{Tiempo}(\text{min}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \end{aligned}$$

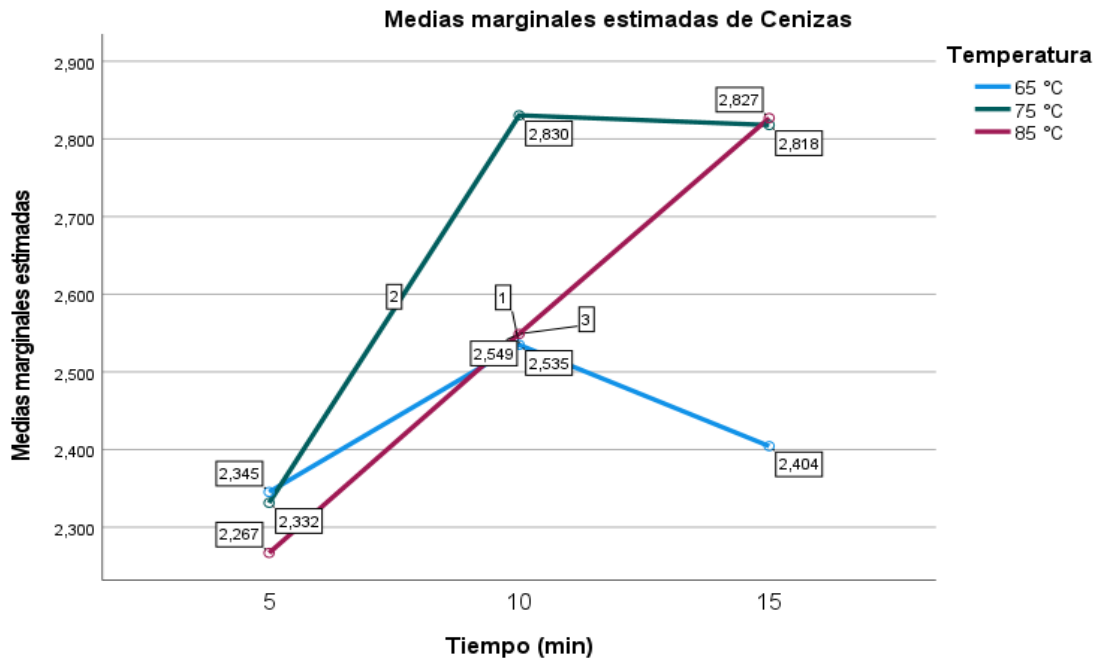
5.2.2. Resultados del análisis de cenizas

En el Anexo 9, se presentan los resultados del análisis de cenizas de la bebida de avena:

Los coeficientes del modelo de regresión o pseudocomponentes ajustado del contenido de cenizas (Anexo 24), muestra que solo el término individual del tiempo fue significativo ($p < 0,05$). En el análisis de los efectos principales (Figura 18) el componente más influyente en la variación del % cenizas en la bebida de avena es la temperatura a 65°C en un tiempo de 10 min, según en el análisis de varianza, el modelo ajustado No presentó significancia ($p\text{-valor} = 0,097$), además los términos de interacción, tampoco fueron significantes ($p\text{ valor} > 0,05$), se mantienen en el modelo en aplicación del principio jerárquico. Asimismo, presenta un coeficiente de determinación para la regresión (R^2) de 0,690, es decir que existe un 69,0% de precisión, es decir, estos resultados no son tan relevantes para afirmar que el modelo obtenido es estadísticamente significativo y no es posible explicar el comportamiento de la variación del % cenizas, a escala de laboratorio por efecto de las variables de pasteurización (tiempo y temperatura).

Figura 18.

Análisis de los componentes principales sobre el contenido de cenizas

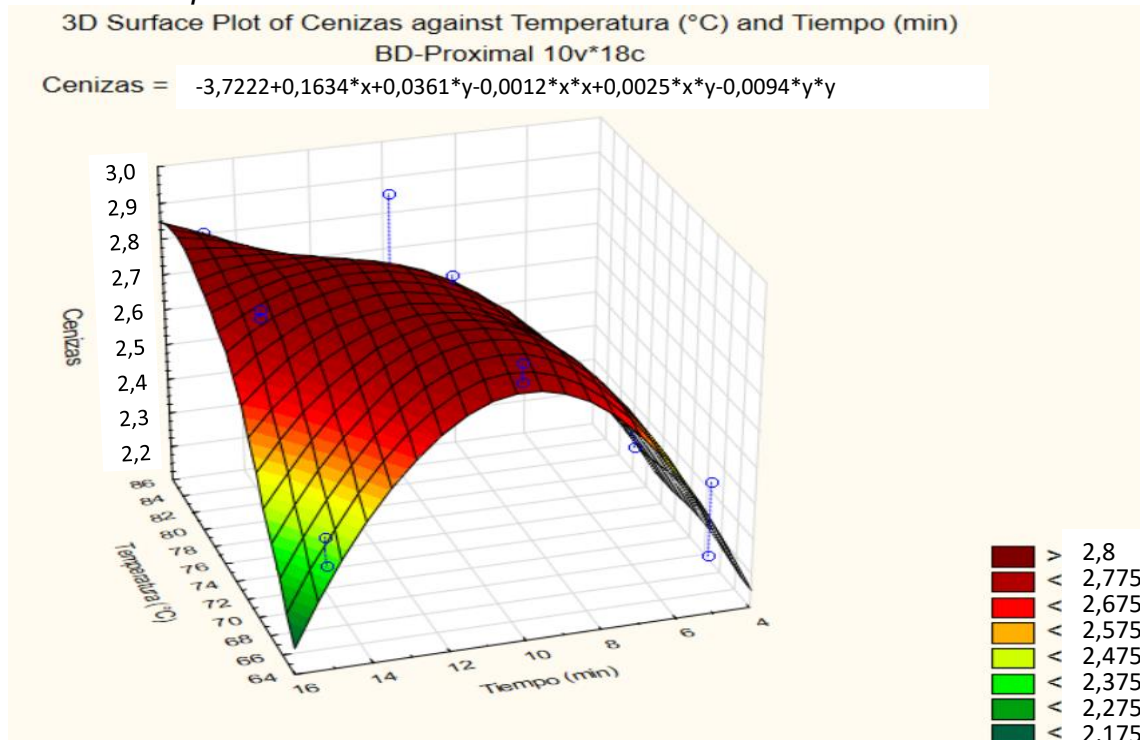


Nota: Software estadístico SPSS.27 (2024)

En la Figura 18 se puede observar mucha variación entre las temperaturas y tiempos, por lo que no se puede definir claramente un parámetro que influya significativamente en el contenido de cenizas. En la Figura 19 se muestra el análisis de superficie de respuesta del modelo completo, se puede observar que la región con mayor concentración de % cenizas (valores mayores de 2,8) ocurrirá cuando se elabore con tiempos mayores de 14 minutos y con temperaturas mayores de 80 °C. Mientras que la tendencia de menores % de cenizas (valores menores de 2,175), se obtiene cuando opera en temperaturas menores de 5 minutos de pasteurización o cuando la temperatura de pasteurización es menor de 72°C.

Figura 19.

Análisis de optimización del contenido de cenizas



A continuación, se proporciona la fórmula de la representación matemática sobre la relación entre las variables del proceso y la variable de respuesta, esta ecuación nos ayudó a prevenir que cambios ocurrirán si se realizan cambios en las variables independientes (temperatura y tiempo) y como influirán en el resultado deseado, en este caso, el “cenizas” de la bebida de avena.

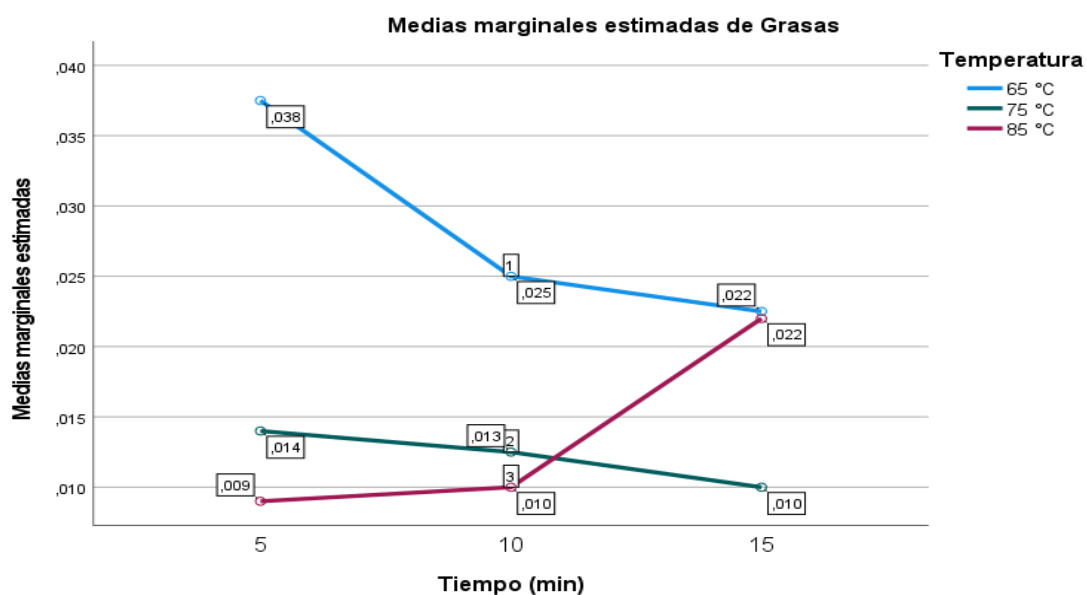
$$\begin{aligned} \text{Cenizas} = & 3,7222 + 0,1634 \text{ Temperatura } (^\circ\text{C}) + 0,0361 \text{ Tiempo}(\text{min}) \\ & - 0,0012 \times \text{Temperatura}(^\circ\text{C}) \times \text{Temperatura}(^\circ\text{C}) \\ & + 0,0025 \times \text{Temperatura}(^\circ\text{C}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \\ & + 0,0094 \times \text{Tiempo}(\text{min}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \end{aligned}$$

5.2.3. Resultados del análisis de grasas

En el Anexo 10, se presentan los resultados del análisis de grasas de la bebida de avena:

Los coeficientes del modelo de regresión o pseudocomponentes ajustado del contenido de grasas (Anexo 25), muestra que solo el término individual de la temperatura fue significativo ($p < 0,05$). En el análisis de los efectos principales (Figura 20) el componente más influyente en la variación del % grasa en la bebida de avena es la temperatura a 65°C en un tiempo de 5 min, según en el análisis de varianza, el modelo ajustado presentó significancia (p -valor = 0,039), además los términos de interacción, aunque no fueron significantes (p valor $> 0,05$), se mantienen en el modelo en aplicación del principio jerárquico. Asimismo, presenta un alto coeficiente de determinación para la regresión (R^2) de 0,758, es decir que existe un 75,8% de precisión, es decir, estos resultados permiten afirmar que el modelo obtenido es estadísticamente significativo y sí es posible explicar el comportamiento de la variación del contenido de grasa, a escala de laboratorio por efecto de las variables de pasteurización (tiempo y temperatura).

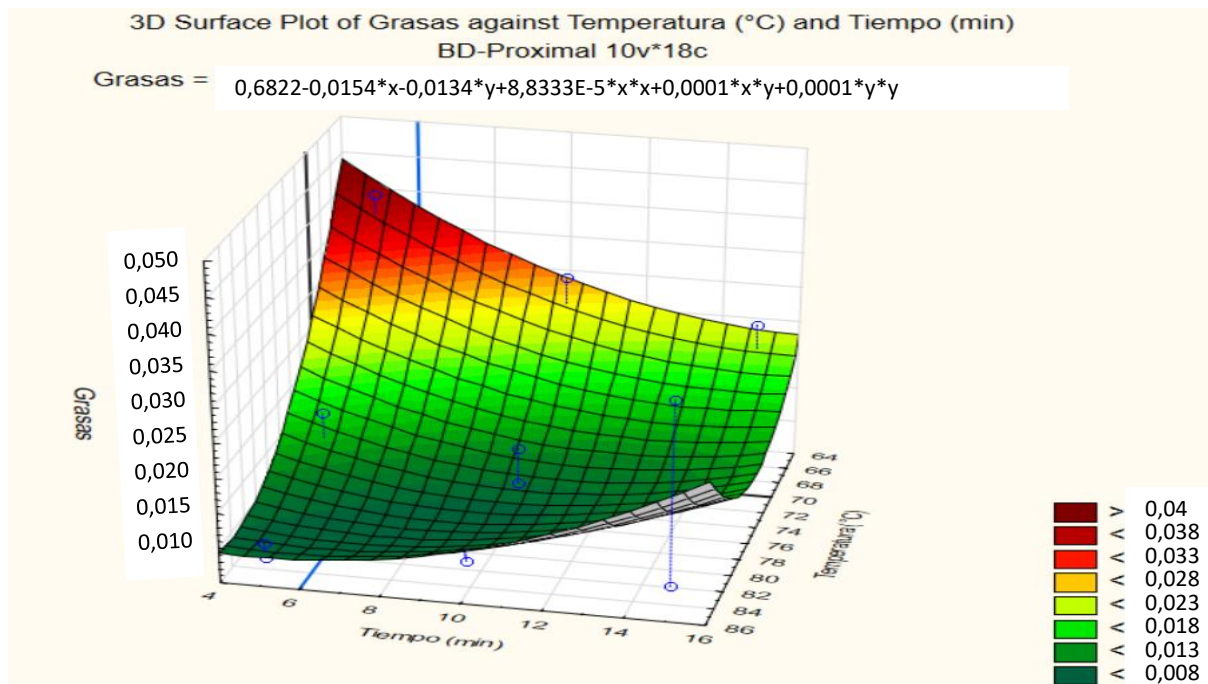
Figura 20.
Análisis de los componentes principales sobre el contenido de grasas



Nota: Software estadístico SPSS.27 (2024)

En la Figura 20 se puede observar que la temperatura de 65 °C es la que obtuvo mayores valores de % grasa, principalmente a una temperatura de 5 minutos, seguido del tiempo de 10 minutos y en tercer lugar a un tiempo de 15 minutos a la par con la combinación de una temperatura de 85°C por 15 min. En la Figura 21 se muestra el análisis de superficie de respuesta del modelo completo, se puede observar que la región con mayor concentración de %grasas ocurrirá cuando se elabore con temperaturas menores de 70 °C temperatura y con tiempos menores de 6 minutos. alcanzando valores mayores a 0,04% de grasas. Mientras que la tendencia de menores % de grasa, se obtiene cuando opera cuando son temperaturas de pasteurización mayores a 70 °C y con tiempos menores de 10 minutos, en esta combinación se obtienen valores menores a 0,008

Figura 21.
Análisis de optimización del contenido de grasas



A continuación, se proporciona la fórmula de la representación matemática sobre la relación entre las variables del proceso y la variable de respuesta, esta ecuación nos ayudó a prevenir que cambios ocurrirán si se realizan cambios en las variables independientes (temperatura y tiempo) y como influirán en el resultado deseado, en este caso, el “grasas” de la bebida de avena.

$$\begin{aligned} \text{Grasas} = & 0,6822 - 0,0154 \text{ Temperatura } (^{\circ}\text{C}) - 0,0134 \text{ Tiempo}(\text{min}) \\ & + 8,833 \times 10^{-5} \times \text{Temperatura} (^{\circ}\text{C}) \times \text{Temperatura} (^{\circ}\text{C}) \\ & + 0,0001 \times \text{Temperatura} (^{\circ}\text{C}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \\ & + 0,0001 \times \text{Tiempo}(\text{min}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \end{aligned}$$

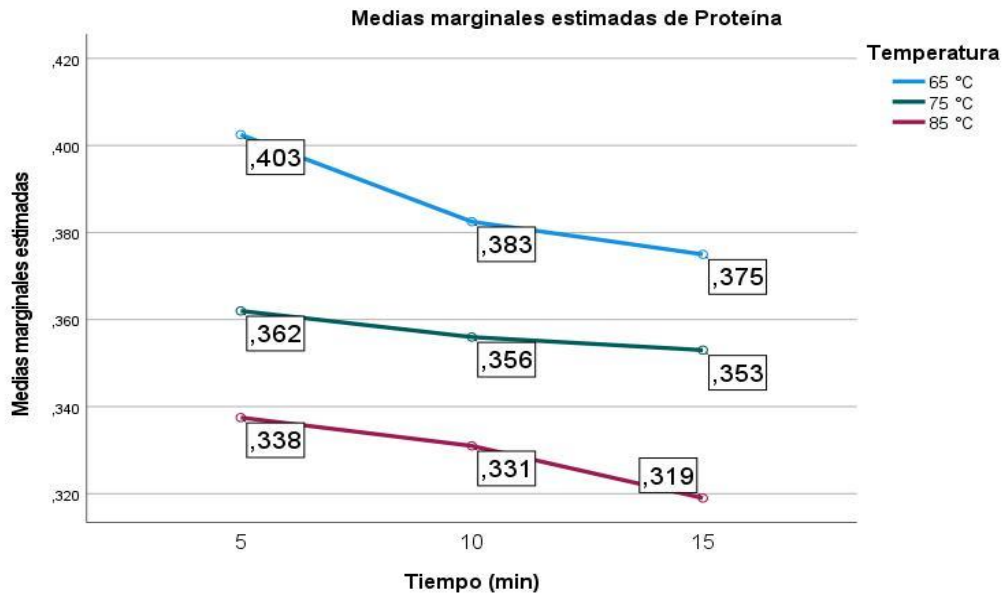
5.2.4. Resultados del análisis de proteína

En el Anexo 11, se presentan los resultados del análisis de Proteína de la bebida de avena:

Los coeficientes del modelo de regresión o pseudocomponentes ajustado del contenido de proteínas (Anexo 26), muestra que solo el término individual de la temperatura fue significativo ($p < 0,05$). En el análisis de los efectos principales (Figura 22) el componente mayor contenido de proteínas en la bebida de avena es la temperatura a 65°C en un tiempo de 5 min, según en el análisis de varianza, el modelo ajustado Sí presentó significancia ($p\text{-valor} = 0,013$), el tiempo y los términos de interacción (temperatura y tiempo), no fueron significantes (p valor $> 0,05$). Asimismo, presenta un coeficiente de determinación Alto para la regresión (R^2) de 0,817, es decir que existe un 81,7% de precisión, es decir, estos resultados Sí permiten afirmar que el modelo obtenido es estadísticamente significativo y, por lo tanto, es posible explicar el comportamiento de la variación del %Proteína, a escala de laboratorio por efecto de las variables de pasteurización (tiempo y temperatura).

Figura 22.

Análisis de los componentes principales sobre el contenido de proteínas

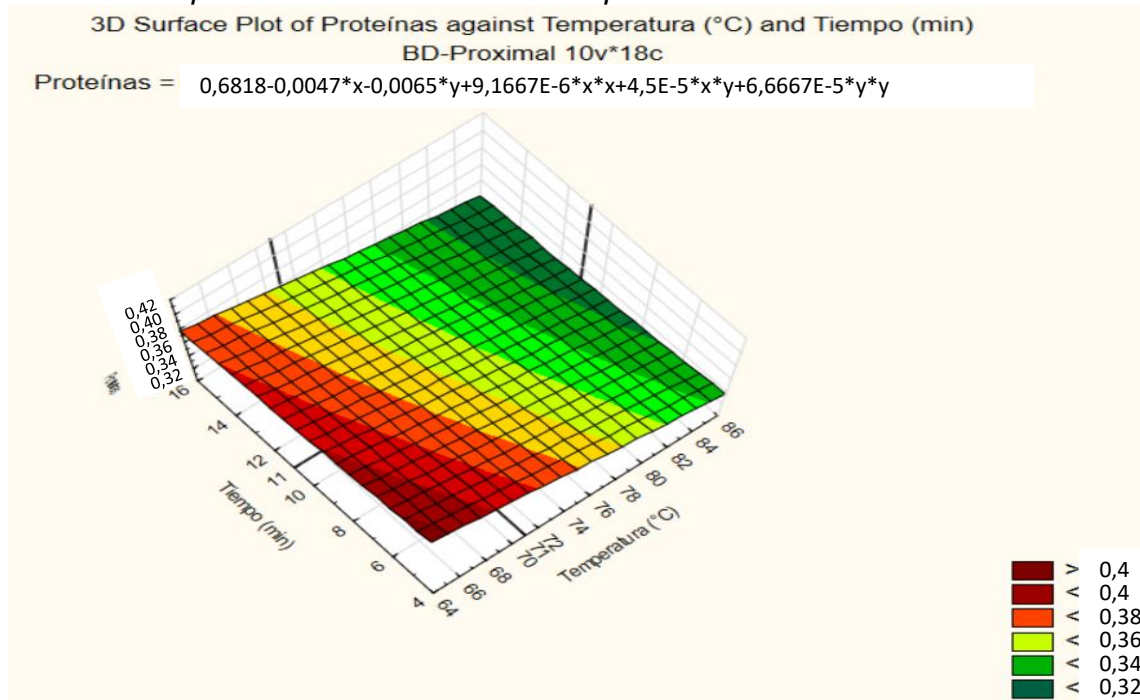


Nota: Software estadístico SPSS.27 (2024)

En la Figura 22 se puede observar que la temperatura de 65 °C es la que obtuvo mayores valores de % proteínas, principalmente a una temperatura de 5 minutos, seguido del tiempo de 10 minutos y en tercer lugar a un tiempo de 15 minutos. En la Figura 23 se muestra el análisis de superficie de respuesta del modelo completo, se puede observar que la región con temperaturas menores de 71°C y con tiempos menores de 11 minutos se obtuvieron valores de proteínas mayores a 0,4 %.

Figura 23.

Análisis de optimización del contenido de proteínas



A continuación, se proporciona la fórmula de la representación matemática sobre la relación entre las variables del proceso y la variable de respuesta, esta ecuación nos ayudó a prevenir que cambios ocurrirán si se realizan cambios en las variables independientes (temperatura y tiempo) y como influirán en el resultado deseado, en este caso, el “proteínas” de la bebida de avena.

$$\begin{aligned} \text{Proteínas} = & 0,6818 - 0,0047 \text{ Temperatura } (^\circ\text{C}) - 0,0065 \text{ Tiempo}(\text{min}) \\ & + 9,1667 \times 10^{-6} \times \text{Temperatura}(^\circ\text{C}) \times \text{Temperatura}(^\circ\text{C}) \\ & + 4,5 \times 10^{-5} \times \text{Temperatura}(^\circ\text{C}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \\ & + 6,6667 \times 10^{-5} \times \text{Tiempo}(\text{min}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \end{aligned}$$

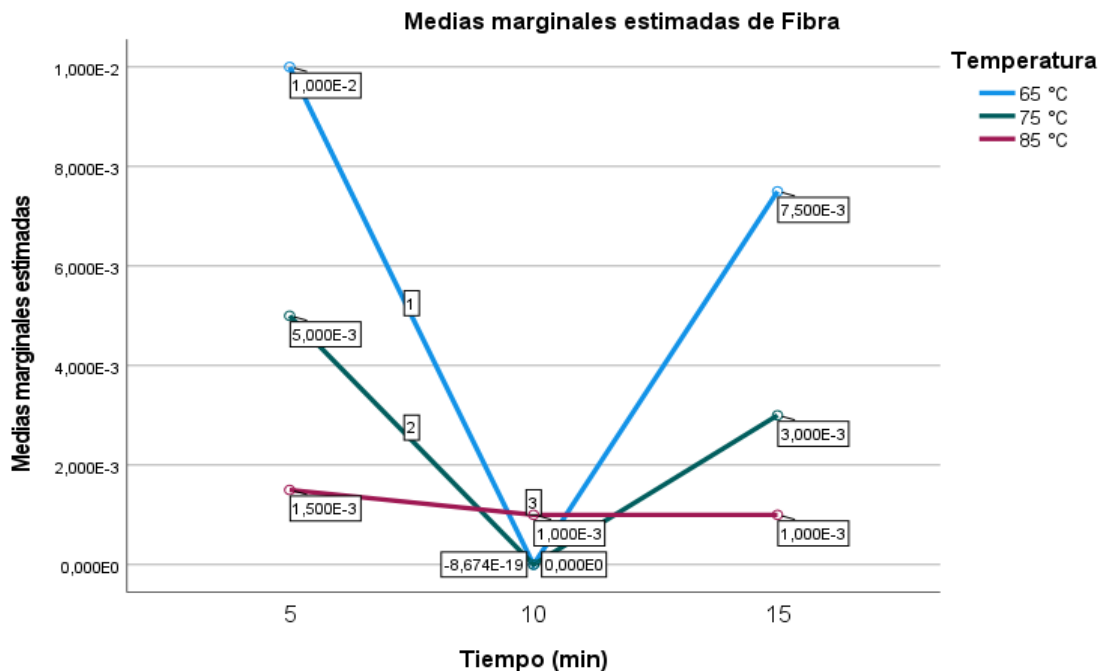
5.2.5. Resultados del análisis de fibra

En el Anexo 12, se presentan los resultados del análisis de fibra de la bebida de avena:

Los coeficientes del modelo de regresión o pseudocomponentes ajustado del Análisis de fibra (Anexo 27, muestra que solo el término individual del tiempo fue significativo con un valor de 0,037 ($p < 0,05$). En el análisis de los efectos principales (Figura 24) el componente más influyente en la variación del % fibra en la bebida de avena es la temperatura a 65°C en un tiempo de 5 min, según en el análisis de varianza, el modelo ajustado presentó significancia (p -valor =0,064), además los términos de interacción, aunque no fueron significantes (p valor $> 0,05$), se mantienen en el modelo en aplicación del principio jerárquico. Asimismo, presenta un coeficiente aceptable de determinación para la regresión (R^2) de 0,724, es decir que existe un 72,4% de precisión, es decir, estos resultados permiten afirmar que el modelo obtenido es estadísticamente significativo y sí es posible explicar el comportamiento de la variación del %fibra, a escala de laboratorio por efecto de las variables de pasteurización (tiempo y temperatura).

Figura 24.

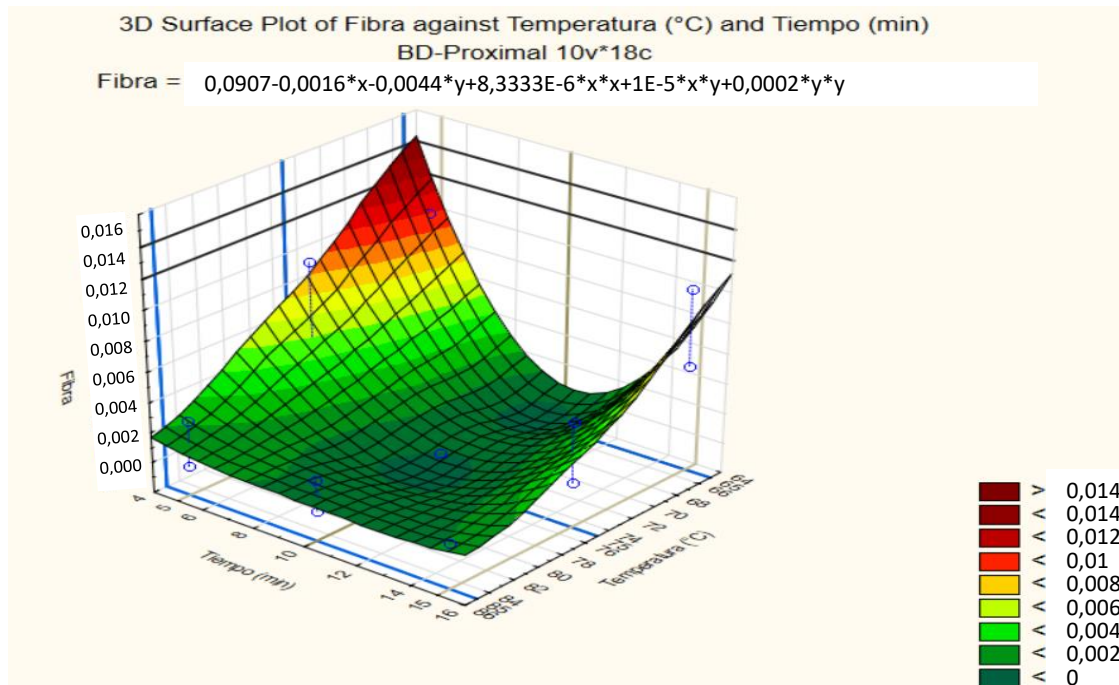
Análisis de los componentes principales sobre el contenido de fibra



Nota: Software estadístico SPSS.27 (2024)

En la Figura 24 se puede observar que la temperatura de 65 °C es la que obtuvo mayores valores de % acidez, principalmente a una temperatura de 5 minutos. En la Figura 25 se muestra el análisis de superficie de respuesta del modelo completo, se puede observar que la región con mayor concentración de fibra (valores mayores de 0,014), ocurrirá cuando se elabore con tiempos menores de 5 minutos de pasteurización y con temperaturas menores de 65°C. Mientras que la tendencia de menores % de fibra, se obtiene cuando opera entre 7-14 °C y cuando la temperatura de pasteurización es entre 65-82 °C.

Figura 25.
Análisis de optimización del contenido de fibra



A continuación, se proporciona la fórmula de la representación matemática sobre la relación entre las variables del proceso y la variable de respuesta, esta ecuación nos ayudó a prevenir que cambios ocurrirán si se realizan cambios en las variables independientes (temperatura y tiempo) y como influirán en el resultado deseado, en este caso, el “fibra” de la bebida de avena.

$$\begin{aligned} \text{Fibra} = & 0,0907 + 0,0016 \text{ Temperatura } (^\circ\text{C}) + 0,0044 \text{ Tiempo (min)} \\ & + 8,3333 \times 10^{-6} \times \text{Temperatura}(^\circ\text{C}) \times \text{Temperatura}(^\circ\text{C}) \\ & + 1 \times 10^{-5} \times \text{Temperatura}(^\circ\text{C}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \\ & + 0,0002 \times \text{Tiempo}(\text{min}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \end{aligned}$$

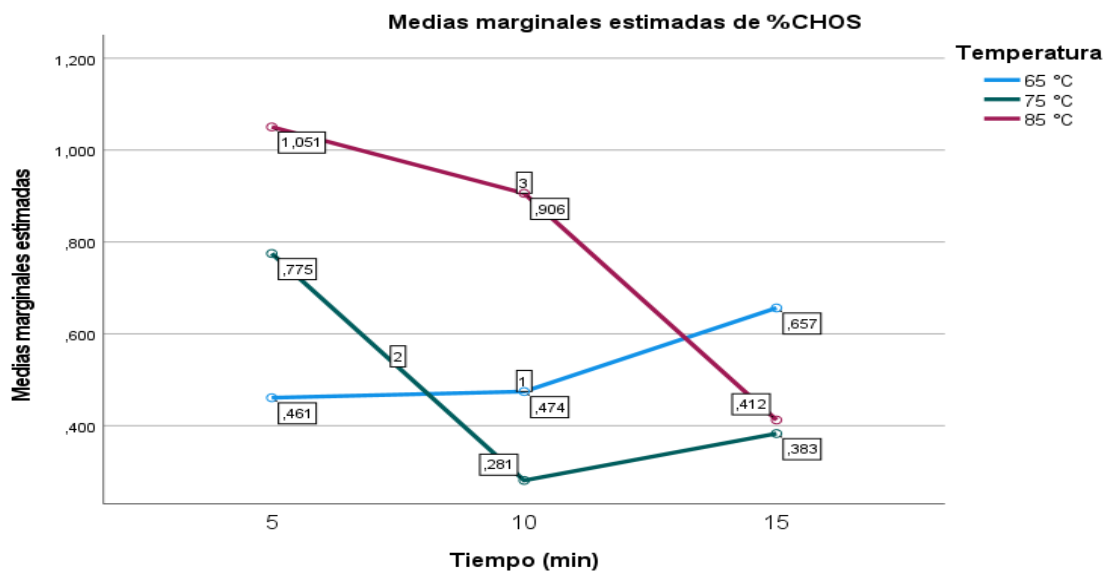
5.2.6. Resultados del análisis de carbohidratos

En el Anexo 13, se presentan los resultados del análisis de carbohidratos de la bebida de avena:

Los coeficientes del modelo de regresión o pseudocomponentes ajustado del %carbohidratos (Anexo 28), muestra que ningún término fue significativo ($p > 0,05$). En el análisis de los efectos principales (Figura 26) el componente con un mayor contenido de % CHOS en la bebida de avena es la temperatura a 85°C en un tiempo de 5 min, según en el análisis de varianza, el modelo ajustado no presentó significancia ($p\text{-valor} = 0,169$), además los términos de interacción, tampoco fueron significantes ($p\text{ valor} > 0,05$). Asimismo, se presenta un bajo coeficiente de determinación para la regresión (R^2) de 0,635, es decir que existe un 63,5% de precisión, es decir, estos resultados permiten afirmar que el modelo obtenido No es estadísticamente significativo y por lo tanto, No es posible explicar el comportamiento de la variación del % carbohidratos de manera significativa, a escala de laboratorio por efecto de las variables de pasteurización (tiempo y temperatura).

Figura 26.

Análisis de los componentes principales sobre el contenido de carbohidratos

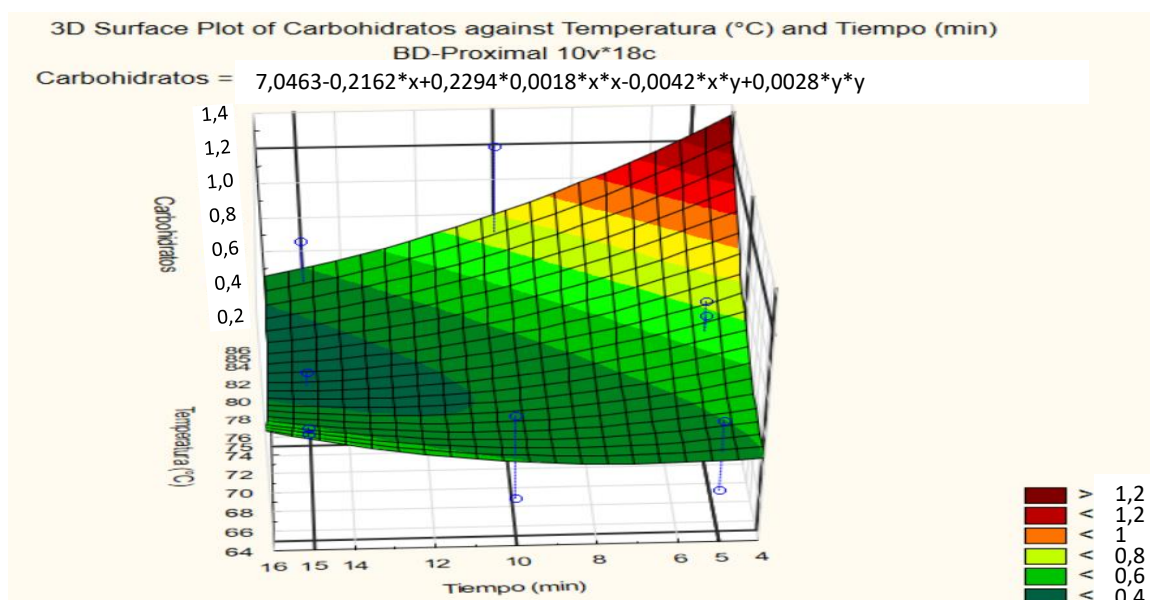


Nota: Software estadístico SPSS.27 (2024)

En la Figura 26 se puede observar que la temperatura de 85 °C es la que obtuvo mayores valores de % CHOS, principalmente a una temperatura de 5 minutos seguido de la misma temperatura a 10 minutos. En la Figura 27 se

muestra el análisis de superficie de respuesta del modelo completo, se puede observar que la región con mayor concentración de carbohidratos ocurrirá cuando se elabore con temperaturas de pasteurización mayores de 85 °C con tiempos menores de 5 °C. Mientras que la tendencia de menores % de carbohidratos, se obtiene cuando opera a tiempos mayores de pasteurización de 7 minutos y cuando la temperatura de pasteurización es entre 77-85 °C.

Figura 27.
Análisis de optimización del contenido de carbohidratos



A continuación, se proporciona la fórmula de la representación matemática sobre la relación entre las variables del proceso y la variable de respuesta, esta ecuación nos ayudó a prevenir que cambios ocurrirán si se realizan cambios en las variables independientes (temperatura y tiempo) y como influirán en el resultado deseado, en este caso, el “carbohidratos” de la bebida de avena.

$$\begin{aligned} \text{CHOs} = & 7,0463 + 0,2162 \text{ Temperatura } (^\circ\text{C}) + 0,2294 \text{ Tiempo}(\text{min}) \\ & + 0,0018 \times \text{Temperatura}(^\circ\text{C}) \times \text{Temperatura}(^\circ\text{C}) \\ & - 0,0042 \times \text{Temperatura}(^\circ\text{C}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \\ & + 0,0028 \times \text{Tiempo}(\text{min}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \end{aligned}$$

5.3. Resultados del análisis sensorial

5.3.1. Análisis de igualdad entre los tratamientos

Para llevar a cabo el análisis sensorial primero se tomaron en cuenta los resultados obtenidos de la evaluación de los 15 jueces por cada atributo sensorial (Anexo 29), primero se procedió a determinar si existen diferencias significativas en la evaluación de los tratamientos por cada característica organoléptica.

Planteamiento de hipótesis de igualdad de los tratamientos

Ho: No existen diferencias significativas entre todos los tratamientos en el resultado del análisis sensorial de bebida de avena

Ha: Sí existen diferencias significativas entre todos los tratamientos en el resultado del análisis sensorial de bebida de avena

En la Tabla 20, se presentan los resultados de diferencias entre los tratamientos en el análisis Sensorial de la bebida de avena:

Tabla 20.

Resumen de contraste de hipótesis de igualdad entre los tratamientos

Característica Organoléptica	Hipótesis Nula	Prueba	Sig.	Decisión
Color	Todos los tratamientos son iguales	Prueba de Friedman	0,000	Se rechaza la hipótesis nula
Sabor			0,000	Se rechaza la hipótesis nula
Olor			0,000	Se rechaza la hipótesis nula
Apariencia			0,000	Se rechaza la hipótesis nula
Consistencia			0,000	Se rechaza la hipótesis nula

Nota. El nivel de significación es de 0.050. Software estadístico SPSS v.27

Como se puede observar el valor del nivel de Significancia (0,000) es menor de 0,05 nos indica que los resultados obtenidos del análisis sensorial mostraron que los tratamientos presentaron diferencias significativas entre ellos, cuando fue analizado por los panelistas. Por lo tanto, se procede a contrastar la hipótesis:

Contraste de hipótesis de igualdad de los tratamientos

Ho: No existen diferencias significativas entre los 18 tratamientos en el resultado del análisis sensorial de bebida de avena. SE RECHAZA

Ha: Sí existen diferencias significativas entre los 18 tratamientos en el resultado del análisis sensorial de bebida de avena. SE ACEPTA

5.3.2. Análisis del atributo organoléptico del color

Posteriormente se procede a identificar el tratamiento con mejor puntuación recibida por los panelistas en cada una de las características organolépticas. En la tabla 21 se observa el promedio obtenido del análisis sensorial del atributo de color.

Los coeficientes del modelo de regresión o pseudocomponentes ajustado del atributo sensorial de color (Anexo 30), muestra que solo el tiempo es significativo ($p < 0,05$) es decir que influye en el color. Según en el análisis de varianza, el modelo ajustado sí presentó significancia ($p\text{-valor} = 0,000$), además los términos de interacción, no son significantes ($p\text{ valor} > 0,05$). Sin embargo, presenta un alto coeficiente de determinación para la regresión (R^2) de 0,930, es decir que existe un 93,5% de precisión, es decir, estos resultados permiten afirmar que el modelo obtenido es estadísticamente significativo y por lo tanto, es posible explicar el comportamiento de la variación del color, a escala de laboratorio por efecto de las variables de pasteurización (tiempo y temperatura). En el análisis de los efectos principales (Tabla 21) el componente más influyente

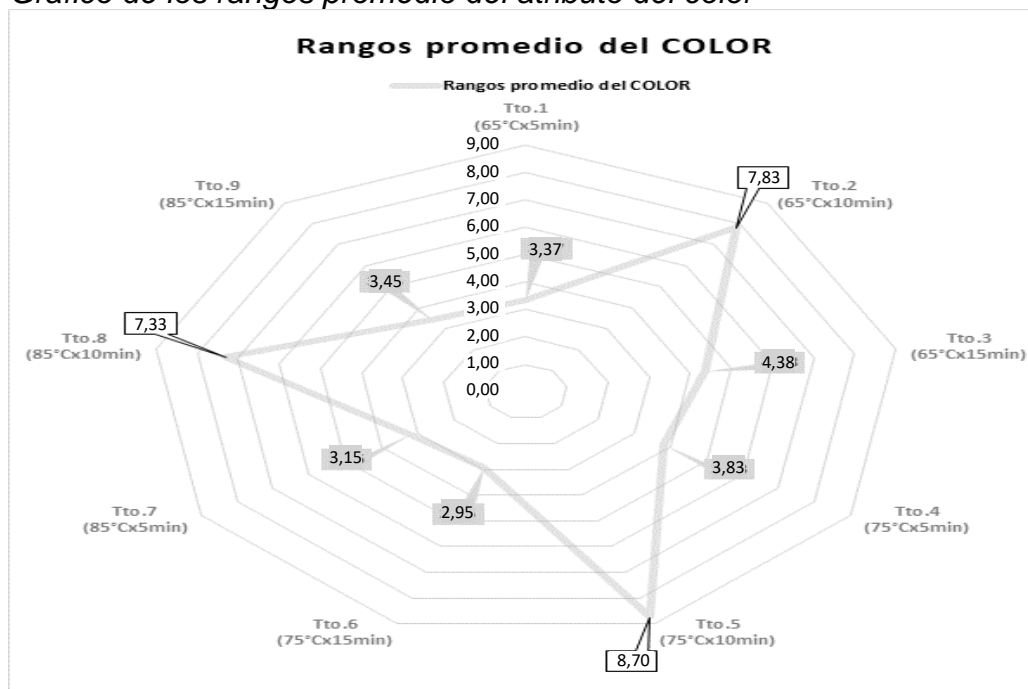
en la variación del color en la bebida de avena es la temperatura a 75°C en un tiempo de 10 min. En la tabla 21 y en la Figura 28, se observa el tratamiento con mayor puntuación obtenido en el atributo de color.

Tabla 21.
Rangos promedio del atributo sensorial del color

Ttos	X1 Temperatura (°C)	X2 Tiempo (min)	Rango promedio	Orden de mayor aceptación
1	65	5	3,37	
2	65	10	7,83	2°
3	65	15	4,38	
4	75	5	3,83	
5	75	10	8,70	1°
6	75	15	2,95	
7	85	5	3,15	
8	85	10	7,33	3°
9	85	15	3,45	

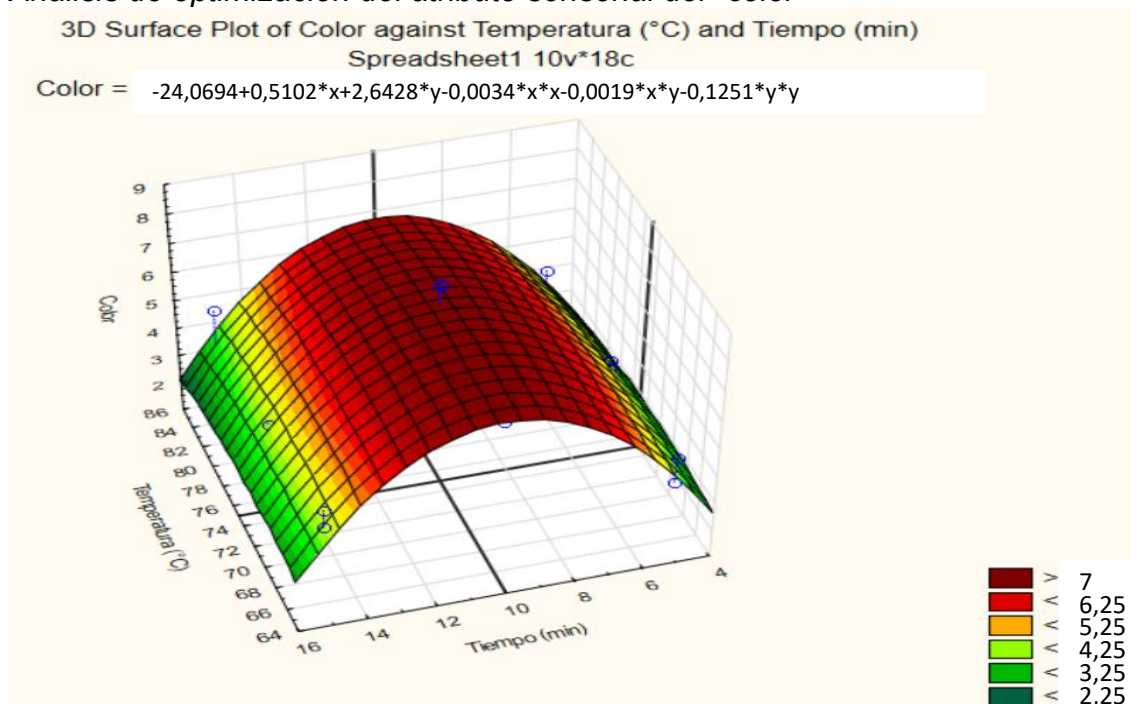
Nota: Prueba de Friedman. Software estadístico SPSS v.27

Figura 28.
Gráfico de los rangos promedio del atributo del color



En la tabla 32 y Figura 28 se puede observar que el tratamiento 5 correspondiente a la combinación de parámetros de 75°C x 10 min obtuvo una puntuación mayor en el análisis sensorial teniendo una media de 8,70 en una escala hedónica del 1 al 9, seguido en segundo lugar por el tratamiento 2 (65°C x 10 min) y en tercer lugar el tratamiento 8 (85°C x 10 min). En la Figura 29 se muestra el análisis de superficie de respuesta del modelo completo, se puede observar que la región con mayor puntuación en el color, valores > 7 (Escala Hedónica de 9 puntos), sucede en la intersección de los ejes, que muestran que ocurre a una temperatura de 75°C por un tiempo de 10 min.

Figura 29.
Análisis de optimización del atributo sensorial del "color"



A continuación, se proporciona la fórmula de la representación matemática sobre la relación entre las variables del proceso y la variable de respuesta, esta ecuación nos ayudó a prevenir que cambios ocurrirán si se

realizan cambios en las variables independientes (temperatura y tiempo) y como influirán en el resultado deseado, en este caso, el “color” de la bebida de avena.

$$\begin{aligned} \text{Color} = & 24,0694 + 0,5102 \text{ Temperatura } (^{\circ}\text{C}) + 2,6428 \text{ Tiempo}(\text{min}) \\ & - 0,0034 \times \text{Temperatura} (^{\circ}\text{C}) \times \text{Temperatura} (^{\circ}\text{C}) \\ & - 0,0019 \times \text{Temperatura} (^{\circ}\text{C}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \\ & - 0,1251 \times \text{Tiempo}(\text{min}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \end{aligned}$$

5.3.3. Análisis del atributo organoléptico del olor

En el Anexo 15, se observa el promedio obtenido del análisis sensorial del atributo de olor.

Los coeficientes del modelo de regresión o pseudocomponentes ajustado del atributo sensorial de olor (Anexo 31), muestra que los componentes independientes (tiempo y temperatura) son significativos ($p < 0,05$). Según en el análisis de varianza, el modelo ajustado sí presentó significancia (p -valor = 0,000), los términos de interacción, no son significantes (p valor $> 0,05$). El modelo presenta un alto coeficiente de determinación para la regresión (R^2) de 0,951, es decir que existe un 95,1% de precisión, es decir, estos resultados permiten afirmar que el modelo obtenido es estadísticamente significativo, por lo tanto, es posible explicar el comportamiento de la variación del olor, a escala de laboratorio por efecto de las variables de pasteurización (tiempo y temperatura). En el análisis de los efectos principales (Figura 30) el componente más influyente en la variación del olor en la bebida de avena es la temperatura a 75°C en un tiempo de 10 min. En la tabla 34 y en la Figura 30, se observa el tratamiento con mayor puntuación obtenido en el atributo de olor.

Tabla 22.

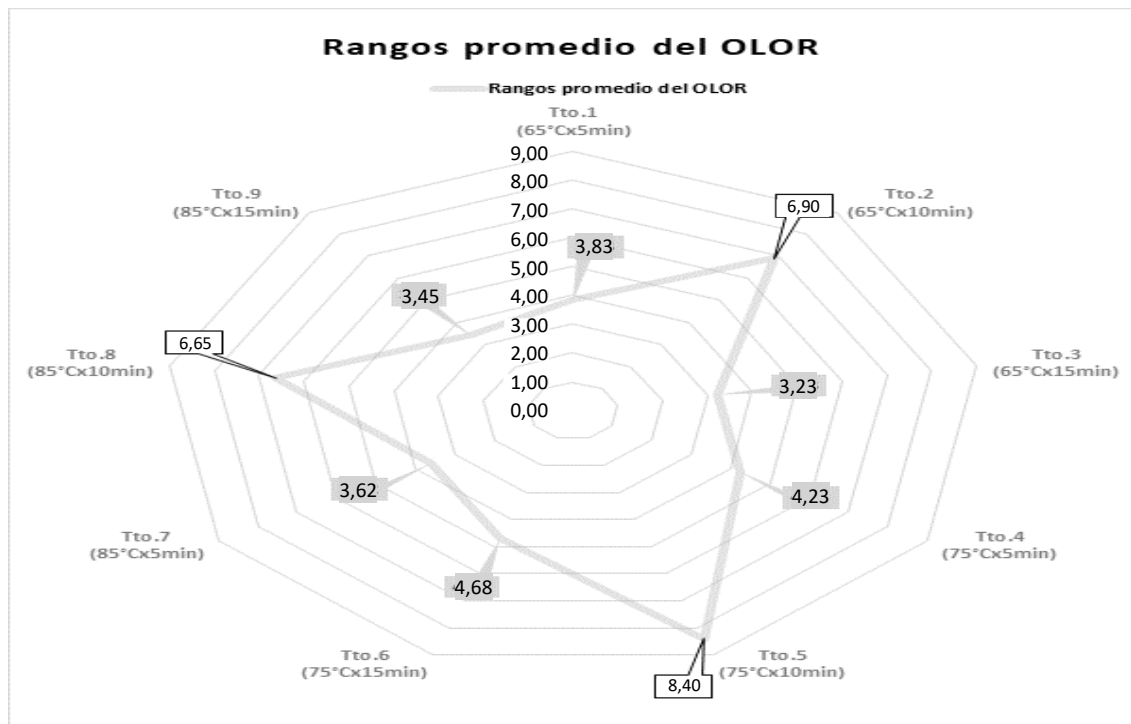
Rangos promedio del atributo sensorial del olor

Ttos	X1 Temperatura (°C)	X2 Tiempo (min)	Rango promedio Olor	Orden de mayor aceptación
1	65	5	3,83	
2	65	10	6,90	2°
3	65	15	3,23	
4	75	5	4,23	
5	75	10	8,40	1°
6	75	15	4,68	
7	85	5	3,62	
8	85	10	6,65	3°
9	85	15	3,45	

Nota: Prueba de Friedman. Software estadístico SPSS v.27

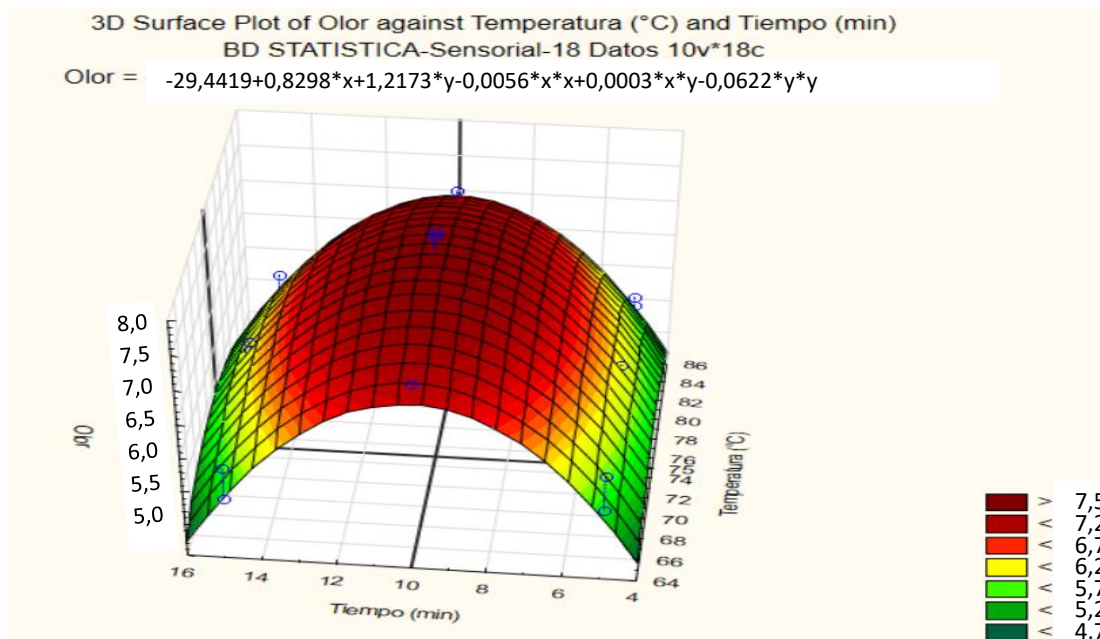
Figura 30.

Gráfico de los rangos promedio del atributo del olor



En la tabla 22 y Figura 30 se puede observar que el tratamiento 5 correspondiente a la combinación de parámetros de 75°C x 10 min obtuvo una puntuación mayor en el análisis sensorial teniendo una media de 8,40 en una escala hedónica del 1 al 9, seguido en segundo lugar por el tratamiento 2 (65°C x 10 min) con una media de 6,90 y en tercer lugar el tratamiento 8 (85°C x 10 min) con un valor de 6,65. En la Figura 31 se muestra el análisis de superficie de respuesta del modelo completo, se puede observar que la región con mayor puntuación en el “olor”, valores > 7,5 (Escala Hedónica de 9 puntos), sucede en la intersección de los ejes, que muestran que ocurre a una temperatura de 75°C por un tiempo de 10 min.

Figura 31.
Análisis de optimización del atributo sensorial del “olor”



A continuación, se proporciona la fórmula de la representación matemática sobre la relación entre las variables del proceso y la variable de respuesta, esta ecuación nos ayudó a prevenir que cambios ocurrirán si se

realizan cambios en las variables independientes (temperatura y tiempo) y como influirán en el resultado deseado, en este caso, el “olor” de la bebida de avena.

$$\begin{aligned} \text{Olor} = & 29,4419 + 0,8298 \text{ Temperatura } (^{\circ}\text{C}) + 1,2173 \text{ Tiempo}(\text{min}) \\ & - 0,0056 \times \text{Temperatura} (^{\circ}\text{C}) \times \text{Temperatura} (^{\circ}\text{C}) \\ & + 0,0003 \times \text{Temperatura} (^{\circ}\text{C}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \\ & - 0,0622 \times \text{Tiempo}(\text{min}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \end{aligned}$$

5.3.4. Análisis del atributo organoléptico del sabor

En el Anexo 16, se observa el promedio obtenido del análisis sensorial del atributo de sabor.

Los coeficientes del modelo de regresión o pseudocomponentes ajustado del atributo sensorial del sabor (Anexo 32), muestra que los componentes independientes (tiempo y temperatura) son significativos ($p < 0,05$). Según en el análisis de varianza, el modelo ajustado sí presentó significancia (p -valor = 0,000), los términos de interacción, no son significantes (p valor $> 0,05$). El modelo presenta un alto coeficiente de determinación para la regresión (R^2) de 0,959, es decir que existe un 95,9% de precisión, es decir, estos resultados permiten afirmar que el modelo obtenido es estadísticamente significativo, por lo tanto, es posible explicar el comportamiento de la variación del sabor, a escala de laboratorio por efecto de las variables de pasteurización (tiempo y temperatura). En el análisis de los efectos principales (Figura 32) el componente más influyente en la variación del sabor en la bebida de avena es la temperatura a 75°C en un tiempo de 10 min. En la tabla 36 y en la Figura 32, se observa el tratamiento con mayor puntuación obtenido en el atributo del sabor:

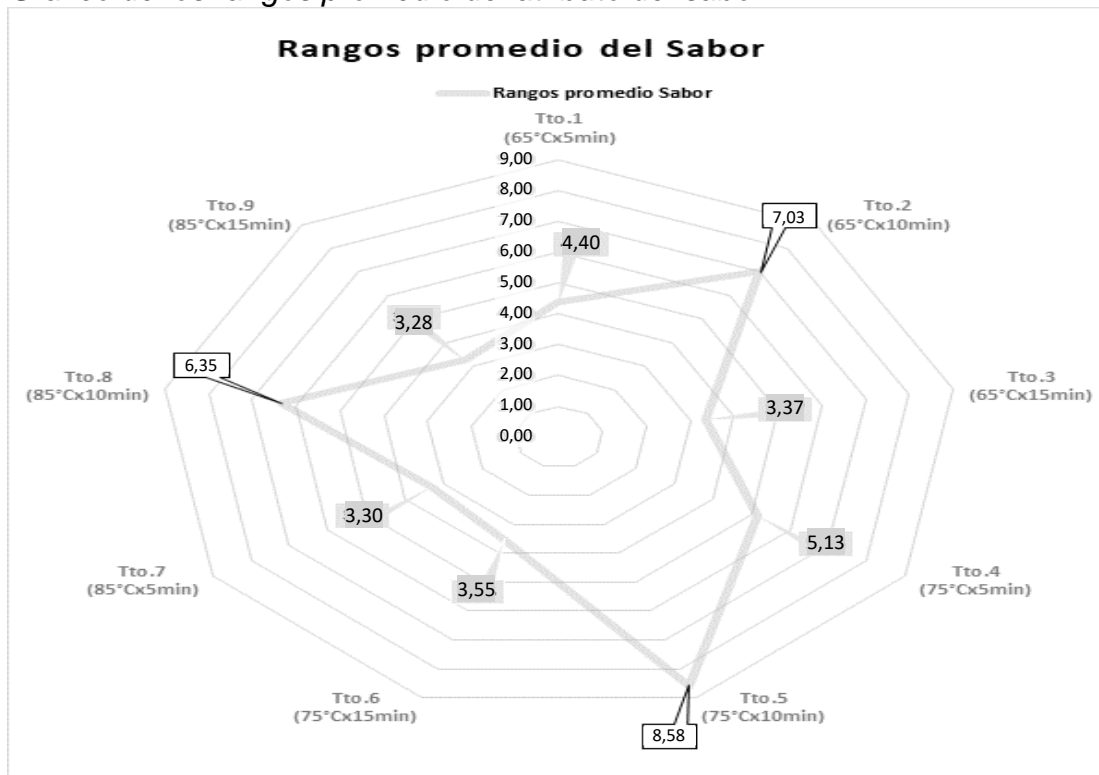
Tabla 23.*Rangos promedio del atributo del sabor*

Ttos	X1 Temperatura (°C)	X2 Tiempo (min)	Rango promedio Sabor	Orden de mayor aceptación
1	65	5	4,40	
2	65	10	7,03	2°
3	65	15	3,37	
4	75	5	5,13	
5	75	10	8,58	1°
6	75	15	3,55	
7	85	5	3,30	
8	85	10	6,35	3°
9	85	15	3,28	

Nota: Prueba de Friedman. Software estadístico SPSS v.27

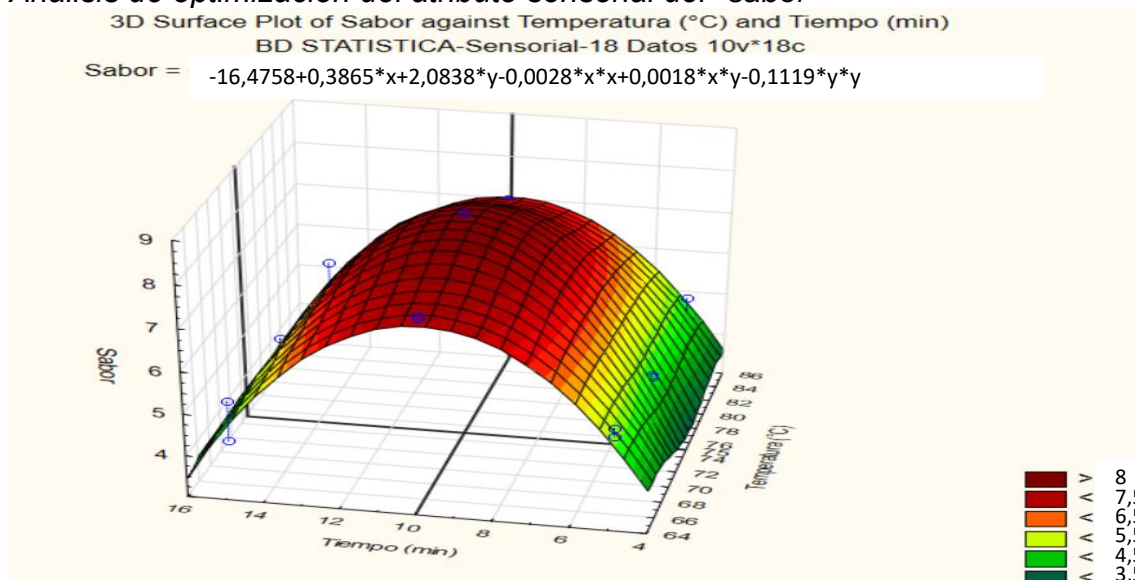
En la tabla 23 y Figura 32 se puede observar que el tratamiento 5 correspondiente a la combinación de parámetros de 75°C x 10 min obtuvo una puntuación mayor en el análisis sensorial teniendo una media de 8,58 en una escala hedónica del 1 al 9, seguido en segundo lugar por el tratamiento 2 (65°C x 10 min) con 7,03 y en tercer lugar el tratamiento 8 (85°C x 10 min) con 6,35.

Figura 32.
Gráfico de los rangos promedio del atributo del sabor



En la Figura 33 se muestra el análisis de superficie de respuesta del modelo completo, se puede observar que la región con mayor puntuación en el “sabor”, valores > 8 (Escala Hedónica de 9 puntos), sucede en la intersección de los ejes, que muestran que ocurre a una temperatura de 75°C por un tiempo de 10 min.

Figura 33.
Análisis de optimización del atributo sensorial del “sabor”



A continuación, se proporciona la fórmula de la representación matemática sobre la relación entre las variables del proceso y la variable de respuesta, esta ecuación nos ayudó a prevenir que cambios ocurrirán si se realizan cambios en las variables independientes (temperatura y tiempo) y como influirán en el resultado deseado, en este caso, el “sabor” de la bebida de avena.

$$\begin{aligned} \text{Sabor} = & 16,4758 + 0,3865 \text{ Temperatura } (^\circ\text{C}) + 2,0838 \text{ Tiempo}(\text{min}) \\ & - 0,0028 \times \text{Temperatura}(^\circ\text{C}) \times \text{Temperatura}(^\circ\text{C}) \\ & + 0,0018 \times \text{Temperatura}(^\circ\text{C}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \\ & - 0,1119 \times \text{Tiempo}(\text{min}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \end{aligned}$$

5.3.5. Análisis del atributo organoléptico de la consistencia

En el Anexo 17, se observa el promedio obtenido del análisis sensorial del atributo consistencia.

Los coeficientes del modelo de regresión o pseudocomponentes ajustado del atributo sensorial de consistencia (Anexo 33), muestra que los componentes independientes (tiempo y temperatura) son significativos ($p < 0,05$). Según en el análisis de varianza, el modelo ajustado sí presentó significancia (p -valor

=0,000), los términos de interacción, no son significantes (p valor >0,05). El modelo presenta un alto coeficiente de determinación para la regresión (R^2) de 0,954, es decir que existe un 95,4% de precisión, es decir, estos resultados permiten afirmar que el modelo obtenido es estadísticamente significativo, por lo tanto, es posible explicar el comportamiento de la variación de la consistencia, a escala de laboratorio por efecto de las variables de pasteurización (tiempo y temperatura). En el análisis de los efectos principales (Figura 34) el componente más influyente en la variación de la consistencia en la bebida de avena es la temperatura a 75°C en un tiempo de 10 min. En la Tabla 24 y en la Figura 34, se observa el tratamiento con mayor puntuación obtenido en el atributo de la consistencia:

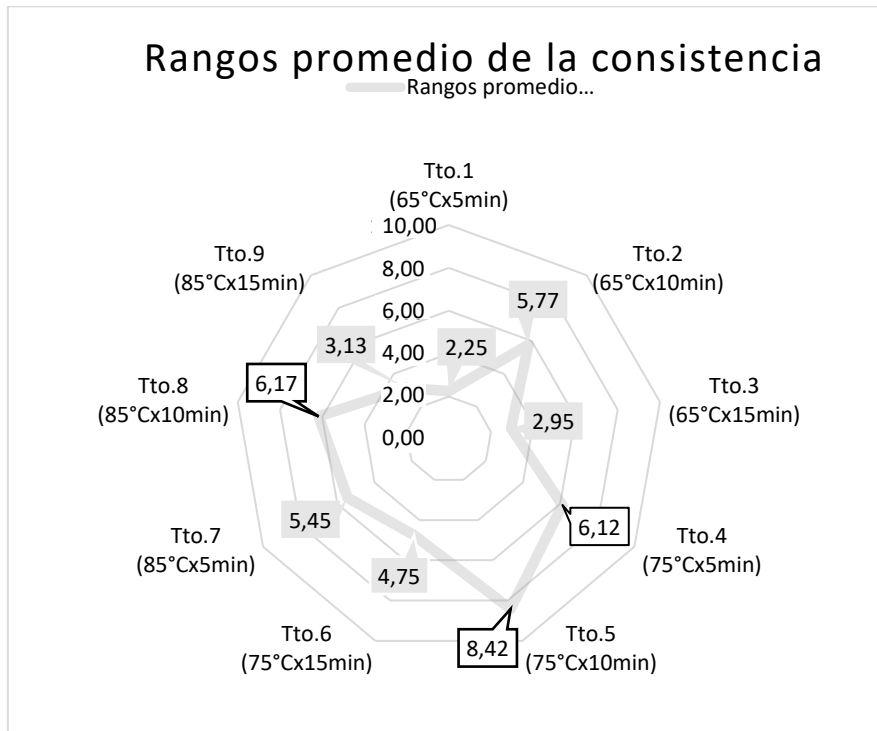
Tabla 24.
Rangos promedio del atributo de la consistencia

Ttos	X1 Temperatura (°C)	X2 Tiempo (min)	Rango promedio Consistencia	Orden de mayor aceptación
1y10	65	5	2,25	
2y11	65	10	5,77	
3y12	65	15	2,95	
4y13	75	5	6,12	3°
5y14	75	10	8,42	1°
6y15	75	15	4,75	
7y16	85	5	5,45	
8y17	85	10	6,17	2°
9y18	85	15	3,13	

Nota: Prueba de Friedman. Software estadístico SPSS v.27

Figura 34.

Gráfico de los rangos promedio del atributo de la consistencia

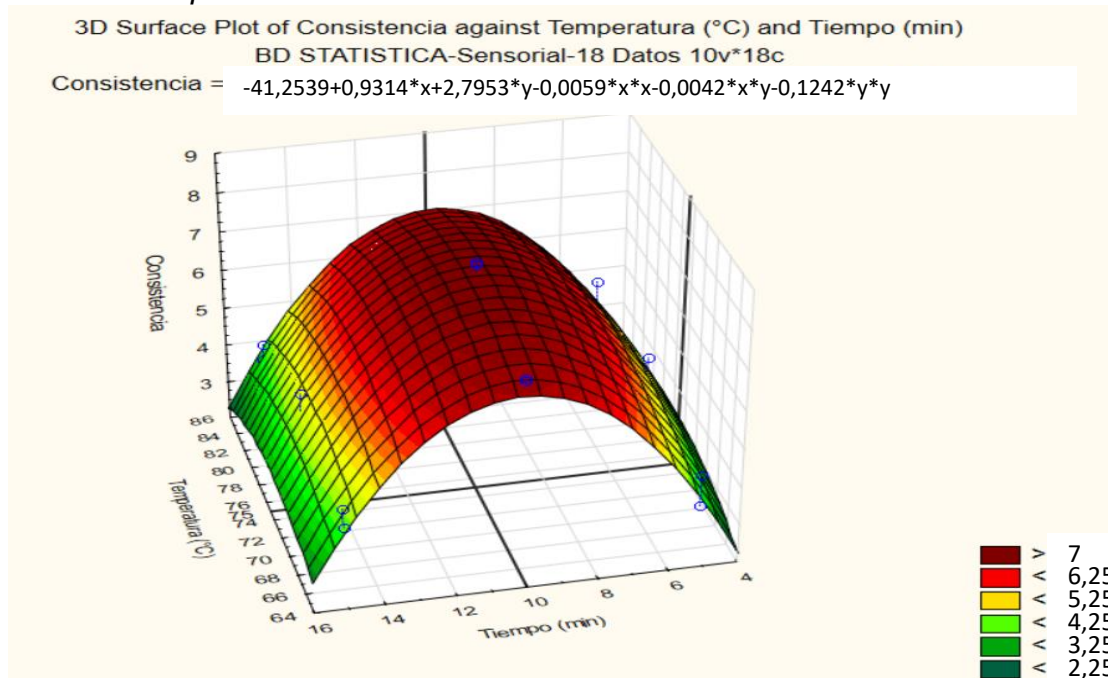


Nota: Software estadístico SPSS v.27

En el Anexo 33 y Figura 34 se puede observar en el Análisis de consistencia, que el tratamiento 5 correspondiente a la combinación de parámetros de 75°C x 10 min obtuvo una puntuación mayor en el análisis sensorial teniendo una media de 8.42 en una escala hedónica del 1 al 9, seguido en segundo lugar por el tratamiento 8 (85°C x 10 min) y en tercer lugar el tratamiento 4 (75°C x 5 min). En la Figura 35 se muestra el análisis de superficie de respuesta del modelo completo, se puede observar que la región con mayor puntuación en el “consistencia”, valores > 7 (Escala Hedónica de 9 puntos), sucede en la intersección de los ejes, que muestran que ocurre a una temperatura de 75°C por un tiempo de 10 min.

Figura 35.

Análisis de optimización del atributo sensorial de “consistencia”



Nota: Software estadístico STATISTICA (2024)

A continuación, se proporciona la fórmula de la representación matemática sobre la relación entre las variables del proceso y la variable de respuesta, esta ecuación nos ayudó a prevenir que cambios ocurrirán si se realizan cambios en las variables independientes (temperatura y tiempo) y como influirán en el resultado deseado, en este caso, el “consistencia” de la bebida de avena.

$$\begin{aligned} \text{Consistencia} = & 41,2539 + 0,9314 \text{ Temperatura } (^\circ\text{C}) + 2,7953 \text{ Tiempo}(\text{min}) \\ & - 0,0059 \times \text{Temperatura}(^\circ\text{C}) \times \text{Temperatura}(^\circ\text{C}) \\ & - 0,0042 \times \text{Temperatura}(^\circ\text{C}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \\ & - 0,1242 \text{Tiempo}(\text{min}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \end{aligned}$$

5.3.6. Análisis del atributo organoléptico de la apariencia

En el Anexo 18, se observa el promedio obtenido del análisis sensorial del atributo apariencia.

Los coeficientes del modelo de regresión o pseudocomponentes ajustado del atributo sensorial de la apariencia (Anexo 34), muestra que el tiempo es significativo ($p < 0,05$). Según en el análisis de varianza, el modelo ajustado sí presentó significancia (p -valor = 0,000), los términos de interacción, no son significantes con un valor 0,213 (p valor $> 0,05$). El modelo presenta un alto coeficiente de determinación para la regresión (R^2) de 0,954, es decir que existe un 95,4% de precisión, es decir, estos resultados permiten afirmar que el modelo obtenido es estadísticamente significativo, por lo tanto, es posible explicar el comportamiento de la variación de la apariencia, a escala de laboratorio por efecto de las variables de pasteurización (tiempo y temperatura). En la tabla 25 y en la Figura 36, se observa el tratamiento con mayor puntuación obtenido en el atributo de apariencia

Tabla 25.

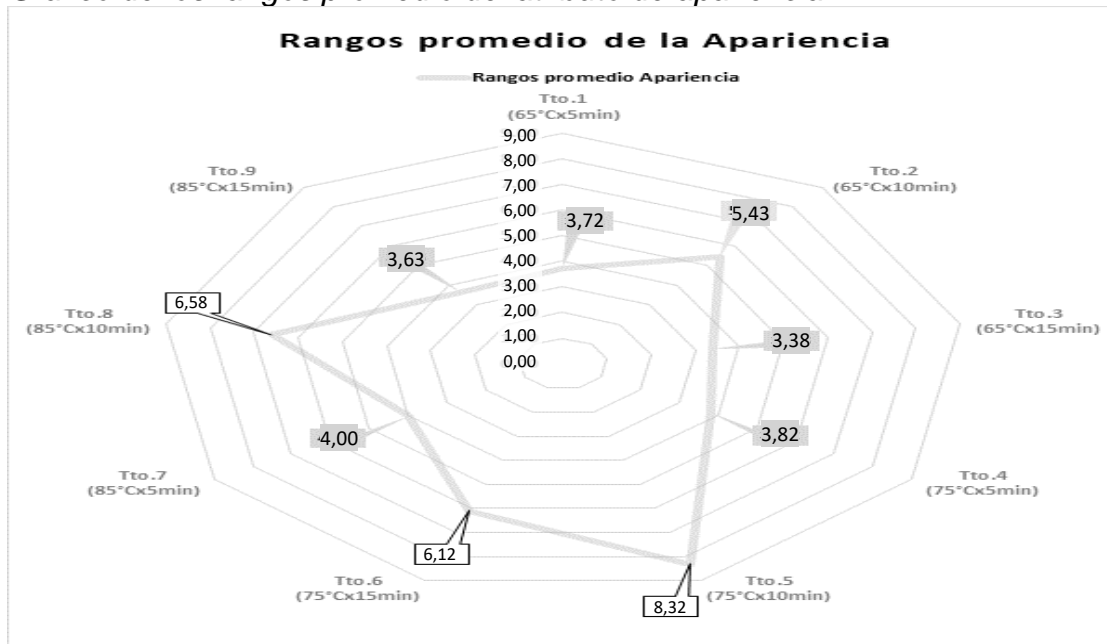
Rangos promedio del atributo de apariencia

Ttos	X1 Temperatura (°C)	X2 Tiempo (min)	Rango promedio Apariencia	Orden de mayor aceptación
1y10	65	5	3,72	
2y11	65	10	5,43	
3y12	65	15	3,38	
4y13	75	5	3,82	
5y14	75	10	8,32	1°
6y15	75	15	6,12	3°
7y16	85	5	4,00	
8y17	85	10	6,58	2°
9y18	85	15	3,63	

Nota: Prueba de Friedman. Software estadístico SPSS v.27

En el análisis de los efectos principales (Figura 36) el componente más influyente en la variación de la apariencia en la bebida de avena es la temperatura a 75°C en un tiempo de 10 min.

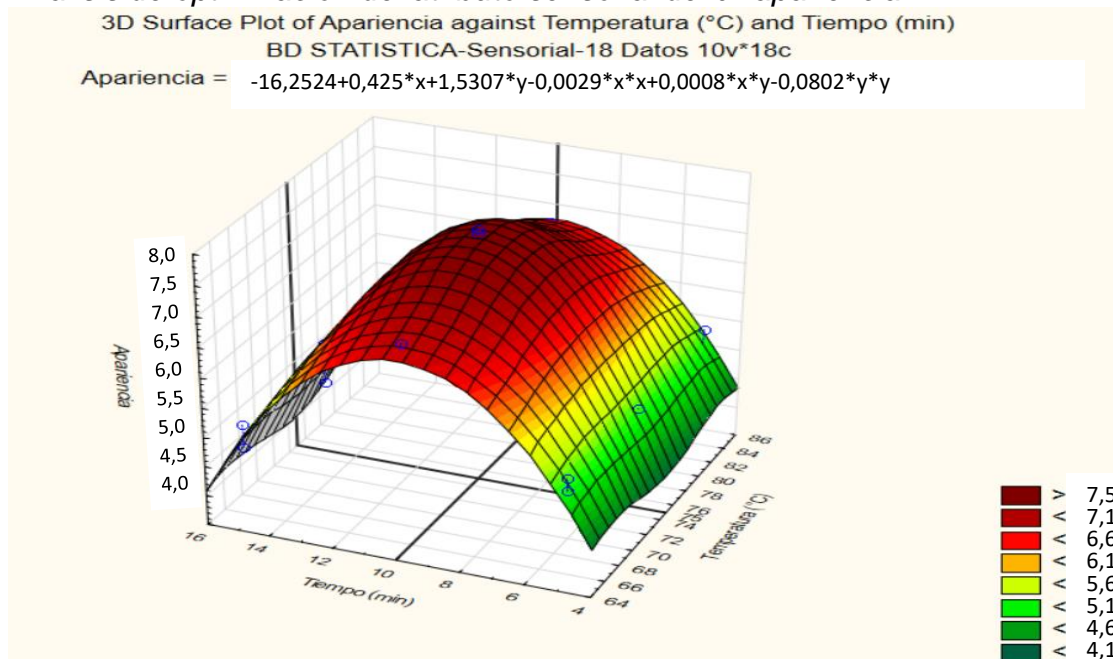
Figura 36.
Gráfico de los rangos promedio del atributo de apariencia



En la tabla 25 y Figura 36 se puede observar que el tratamiento 5 correspondiente a la combinación de parámetros de 75°C x 10 min obtuvo una puntuación mayor en el análisis sensorial teniendo una media de 8,32 en una escala hedónica del 1 al 9, seguido en segundo lugar por el tratamiento 8 (85°C x 10 min) con una media de 6,58 y en tercer lugar el tratamiento 6 (75°C x 15 min). En la Figura 37 se muestra el análisis de superficie de respuesta del modelo completo, se puede observar que la región con mayor puntuación en el “apariencia”, valores > 7,5 (Escala Hedónica de 9 puntos), sucede en la intersección de los ejes, que muestran que ocurre a una temperatura de 75°C por un tiempo de 10 min.

Figura 37.

Análisis de optimización del atributo sensorial de la “apariencia”



A continuación, se proporciona la fórmula de la representación matemática sobre la relación entre las variables del proceso y la variable de respuesta, esta ecuación nos ayudó a prevenir que cambios ocurrirán si se realizan cambios en las variables independientes (temperatura y tiempo) y como influirán en el resultado deseado, en este caso, el “apariencia” de la bebida de avena.

$$\begin{aligned} \text{Apariencia} = & 16,2524 + 0,425 \text{ Temperatura } (^\circ\text{C}) + 1,5307 \text{ Tiempo}(\text{min}) \\ & - 0,0029 \times \text{Temperatura}(^\circ\text{C}) \times \text{Temperatura}(^\circ\text{C}) \\ & - 0,0008 \times \text{Temperatura}(^\circ\text{C}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \\ & - 0,0802 \times \text{Tiempo}(\text{min}) \times \text{Tiempo}(\text{min}) \end{aligned}$$

5.3.7. Consolidado de resultados del Análisis Sensorial

En la tabla 26 se observa el tratamiento con mayor puntuación obtenido en el análisis sensorial

Tabla 26.*Valores finales de los tratamientos del análisis sensorial*

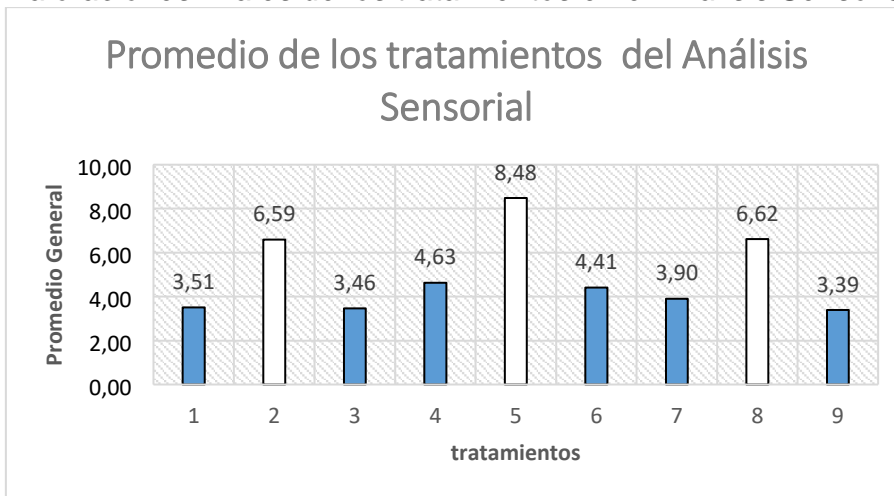
Ttos	X1 (°C)	X2 (min)	Rango Promedio					Promedio General
			Olor	Sabor	Color	Consistencia	Apariencia	
1	65	5	3,83	4,40	3,37	2,25	3,72	3,51
2	65	10	6,90	7,03	7,83	5,77	5,43	6,59
3	65	15	3,23	3,37	4,38	2,95	3,38	3,46
4	75	5	4,23	5,13	3,83	6,12	3,82	4,63
5	75	10	8,40	8,58	8,70	8,42	8,32	8,48
6	75	15	4,68	3,55	2,95	4,75	6,12	4,41
7	85	5	3,62	3,30	3,15	5,45	4,00	3,90
8	85	10	6,65	6,35	7,33	6,17	6,58	6,62
9	85	15	3,45	3,28	3,45	3,13	3,63	3,39

Nota: Microsoft Excel (2024). Nota de contenido. El tratamiento 5 (75°C, 10 min) se destacó significativamente en el análisis sensorial, obteniendo el puntaje más alto en sabor, color y consistencia, lo que indica su superioridad en la optimización del perfil sensorial de la bebida de avena.

Se puede observar en la Tabla 26, que el tratamiento 5, correspondiente a la combinación de parámetros de 75 °C x 10 min, es el que tuvo la mayor calificación en el promedio general en los 5 atributos de la bebida de avena, en 2do lugar el tratamiento 2 con una combinación de 65°C x 10 min y en 3° lugar el tratamiento 8 que corresponde a 85 °C x 10 min.

Figura 38.

Valoraciones finales de los tratamientos en el Análisis Sensorial

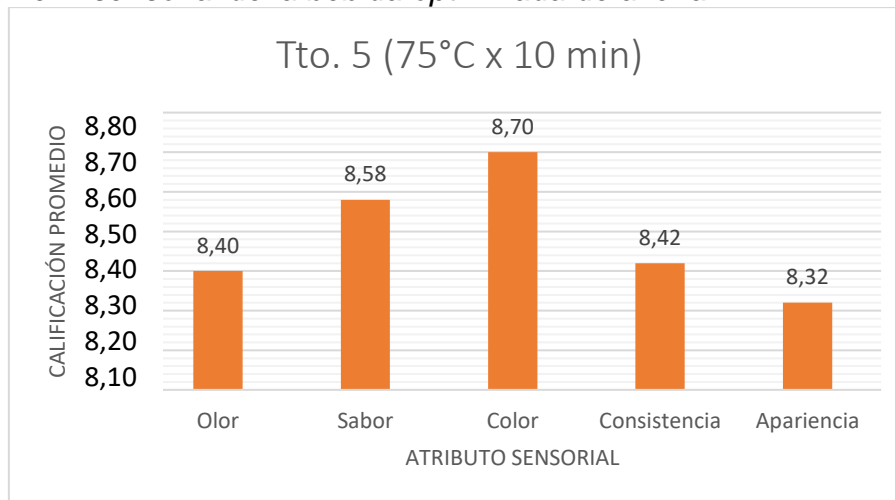


Nota. El tratamiento 5 obtuvo la mejor valoración promedio en el análisis sensorial, destacándose significativamente sobre los demás tratamientos.

En el gráfico 38, se puede observar que el tratamiento 5 obtuvo un mayor promedio (8,48 / 9 (escala hedónica), a nivel general en las evaluaciones de todos los atributos del análisis sensorial. En segundo lugar, el tratamiento 2 con un promedio de 6,59 y en tercer lugar el tratamiento 8 con un promedio de 6,62. En el gráfico 39, se observa el perfil de los atributos sensoriales que obtuvo el tratamiento con mayor aceptabilidad sensorial:

Figura 39.

Perfil sensorial de la bebida optimizada de avena



Nota: Microsoft Excel (2024). El color es el atributo sensorial mejor valorado en la bebida optimizada de avena tras el tratamiento a 75°C durante 10 minutos.

Se observa en la Figura 39, una calificación similar en cada uno de sus atributos siendo el color el atributo que obtuvo mayor aceptación.

5.4. Resultados del análisis microbiológico

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el análisis sensorial se procedió a realizar el análisis microbiológico a los 3 tratamientos que obtuvieron mayor calificación (tratamiento N°5; 2; y 8). Se llevaron a cabo los siguientes análisis microbiológicos:

- Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables
- Enumeración de mohos y levaduras
- Recuento de coliformes totales
- Recuento de coliformes termotolerantes

Los análisis microbiológicos se llevaron a cabo en la Facultad de Ciencias en la escuela Biología y Microbiología. Los procedimientos del análisis microbiológico se realizaron según la I.C.M.S.F. 2000: Microorganismos de los Alimentos. Vol. I: Su significado y métodos de enumeración. 2da. Edición. Editorial Acribia, S.A. – Zaragoza (España).

5.4.1. Resultado de microorganismos aerobios mesófilos viables

En la Tabla 27, se presentan los resultados del análisis de Proteína de la bebida de avena:

Tabla 27.

Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables

Ttos.	X1 Temperatura (°C)	X2 Tiempo (min)	Rcto de Mos aerobios viables (ufc/ml)	*Requisito microbiológico (ufc/ml)	Cumple Norma
2	65	10	10 ³ ufc/ml	10 ² ufc/ml	No cumple
5	75	10	<10 ¹ ufc/ml (ausencia)	10 ² ufc/ml	Sí cumple
8	85	10	<10 ¹ ufc/ml (ausencia)	10 ² ufc/ml	Sí cumple

Nota: * Los requisitos microbiológicos se obtuvieron de la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, ítem XVI.2: bebidas no carbonatadas, según Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA, del 27 de agosto, 2008.

5.4.2. Resultados de la enumeración de mohos y levaduras

En la Tabla 28, se presentan los resultados del análisis de Enumeración de mohos y levaduras de la bebida de avena:

Tabla 28.

Recuento de mohos y levaduras

Ttos.	X1 Temperatura (°C)	X2 Tiempo (min)	Rcto de Mohos y Levaduras (ufc/ml)	*Requisito microbiológico (ufc/ml)	Cumple Norma
2	65	10	30 ² ufc/ml	10 ufc/ml	No cumple
5	75	10	< 10 ¹ ufc/ml (ausencia)	10 ufc/ml	Sí cumple
8	85	10	< 10 ¹ ufc/ml (ausencia)	10 ufc/ml	Sí cumple

Nota: *Los requisitos microbiológicos se obtuvieron de la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, ítem XVI.2: bebidas no carbonatadas, según Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA, del 27 de agosto, 2008.

5.4.3. Análisis de recuento de coliformes totales

En la Tabla 29, se presentan los resultados del análisis del Recuento de coliformes totales de la bebida de avena:

Tabla 29.*Recuento de coliformes totales*

Ttos.	X1 Temperatura (°C)	X2 Tiempo (min)	Rcto de Coliformes Totales (gérmenes/ml)	*Requisito microbiológico (gérmenes/ml)	CUMPLE NORMA
2	65	10	<3 gérmenes /ml (ausencia)	<3 gérmenes /ml	Sí Cumple
5	75	10	<3 gérmenes /ml (ausencia)	<3 gérmenes /ml	Sí Cumple
8	85	10	<3 gérmenes /ml (ausencia)	<3 gérmenes /ml	Sí Cumple

*Nota.** Los requisitos microbiológicos se obtuvieron de la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, ítem XVI.2: bebidas no carbonatadas, según Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA, del 27 de agosto, 2008.

5.4.4. Recuento de coliformes termotolerantes

En la Tabla 30, se presentan los resultados del análisis del Recuento de coliformes termotolerantes de la bebida de avena:

Tabla 30.*Recuento de coliformes termotolerantes*

Ttos.	X1 Temperatura (°C)	X2 Tiempo (min)	Rcto de Coliformes Termotolerantes (gérmenes/ml)	*Requisito microbiológico (gérmenes/ml)	CUMPLE NORMA
2	65	10	<3 gérmenes /ml (ausencia)	<3 gérmenes /ml	Sí Cumple
5	75	10	<3 gérmenes /ml (ausencia)	<3 gérmenes /ml	Sí Cumple
8	85	10	<3 gérmenes /ml (ausencia)	<3 gérmenes /ml	Sí Cumple

*Nota: ** Los requisitos microbiológicos se obtuvieron de la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, ítem XVI.2: bebidas no carbonatadas, según Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA, del 27 de agosto, 2008.

5.5. Caracterización del producto óptimo

El producto óptimo fue seleccionado por el resultado obtenido del análisis Sensorial, teniendo en cuenta el tratamiento con mayor aceptabilidad que fue el

tratamiento de 75°C x 10 min, se procede a caracterizar la bebida de avena como se puede observar en la tabla 31:

Tabla 31.

Características de la bebida de avena óptima a 75°C x 10 min

Características Físicoquímicas	Características Químico Proximales	Características Sensoriales (Escala Hedónica de 9 puntos)
-Acidez: 0,06 -Densidad: 1,005 -pH: 7,06 -°Brix: 0,250	-Humedad: 96,32 -Cenizas: 2,83 -Grasas: 0,013 -Proteína: 0,356 -Fibra: 0,000 -CHOS: 0,28	-Olor: 8,40 -Sabor: 8,58 -Color: 8,70 -Consistencia: 8,42 -Apariencia: 8,32
Características Microbiológicas		
-Mos. Aerobios mesófilos viables: Ausencia -Rcto. Mohos y Levaduras: Ausencia -Coliformes Totales: Ausencia -Coliformes Termotolerantes: Ausencia		

Nota: Tablas de resultados de los análisis experimentales

5.6. Comparación del producto óptimo con un producto comercial

En la Tabla 32, se muestra la comparación de las características nutricionales de un producto comercial de bebida de avena con el producto elaborado en la presente investigación:

Tabla 32.

Características comparativas entre la bebida de avena elaborada con una comercial

Bebida de Avena experimental (g/100ml)	Bebida de avena comercial (g/100ml) (Marca Laive)
-Grasas: 0,013 -Proteína: 0,356 -CHOS: 0,367	-Grasas: 2,0 -Proteína: 3,0 -CHOS: 5,9

Nota: Tablas de resultados de los análisis experimentales

Se tomaron en cuenta solo las características que se asemejen a las que habíamos analizado en nuestro estudio, hubo otras características nutricionales

de la bebida de avena comercial que no se consideraron en la tabla como: sodio, calcio, magnesio zinc, vitaminas, calorías, debido a que no fueron analizadas en nuestro estudio. En la Tabla 32, se puede observar lo siguiente:

Ventajas de la bebida de avena experimental:

- Grasas: Baja cantidad de grasas (0,013 g/100ml). Esto puede ser beneficioso para personas que buscan reducir la ingesta de grasas o mantener una dieta baja en grasas.
- Proteína: Contenido moderado de proteínas (0,356 g/100ml). Aunque no es alto, puede ser adecuado dependiendo de los objetivos dietéticos y las necesidades individuales.
- CHOS (carbohidratos): Contenido moderado de carbohidratos (0,367 g/100ml). Puede ser una opción para aquellos que desean controlar su ingesta de carbohidratos.

Desventajas de la bebida de avena experimental:

- Menor Contenido Proteico: Comparada con la bebida comercial, tiene un contenido proteico más bajo, lo cual puede ser una desventaja para aquellos que buscan un mayor aporte proteico.

Beneficios de la bebida de avena comercial (Laive):

- Grasas: Mayor contenido de grasas (2,0 g/100ml). Esto puede ser beneficioso para aquellos que buscan una fuente adicional de grasas en su dieta, especialmente si se centran en dietas más equilibradas.
- Proteína: Contenido más alto de proteínas (3,0 g/100ml). Puede ser preferible para personas que buscan una bebida de avena con mayor aporte proteico.
- Carbohidratos: Mayor contenido de carbohidratos (5,9 g/100ml). Puede ser adecuado para aquellos que buscan una Nota de energía rápida o desean un perfil nutricional más equilibrado.

Desventajas:

- Alto en grasas y carbohidratos: Puede no ser la mejor opción para personas que buscan opciones bajas en grasas o control de carbohidratos.

5.7. Análisis comparativo de los ingredientes entre la bebida experimental y la comercial

En la Tabla 33 se muestran las diferencias de los ingredientes utilizados en el producto elaborado vs una bebida de avena presente en el mercado:

Tabla 33.

Características comparativas de los ingredientes entre la bebida de avena elaborada con una comercial

Bebida de Avena experimental (Ingredientes)	Bebida de avena Marca Laive (Ingredientes)
- Avena en copos	-Leche parcialmente descremada
-Vainilla	-Harina de avena
-Goma xantana	-Estabilizadores (SIN 407, SIN 412 y SIN 471)
-Stevia	-Saborizantes
	-Vitaminas (A, B2, B3, B9, B12, C y D3)
	-Minerales (Magnesio y Zinc)
	-Reguladores de acidez (SIN 331, SIN 339, SIN 452)
	-Canela
	-Edulcorantes (SIN 955 y Stevia (SIN 960)
	-Enzima lactasa

Nota. La bebida de avena experimental utiliza ingredientes más naturales y menos aditivos en comparación con la bebida comercial marca Laive, que contiene varios estabilizadores, saborizantes y reguladores de acidez, lo que puede influir en las propiedades sensoriales y nutricionales del producto.

Entre las ventajas y desventajas de cada una de las bebidas en base a los ingredientes que poseen son los siguientes:

Bebida de avena experimental:

Ventajas:

- Ingredientes simples: Contiene ingredientes simples como avena en copos, vainilla, goma guar y sorbato de potasio, lo cual puede ser apreciado por aquellos que buscan opciones con menos aditivos.
- Menos procesada: Al tener ingredientes más simples, es posible que sea percibida por el consumidor como menos procesada en comparación con algunas bebidas comerciales con múltiples aditivos.

Desventajas:

- Menos enriquecida: Puede carecer de las vitaminas, minerales y otros nutrientes adicionales que se encuentran comúnmente en bebidas comerciales fortificadas.

Bebida de avena comercial:

Ventajas:

- Enriquecida con nutrientes: Contiene una variedad de vitaminas y minerales, lo cual puede ser beneficioso para aquellos que buscan una bebida enriquecida nutricionalmente.
- Diversidad de Ingredientes: Incluye ingredientes como leche descremada, harina de avena, estabilizadores, saborizantes, entre otros, lo cual puede ofrecer una variedad de sabores y texturas.

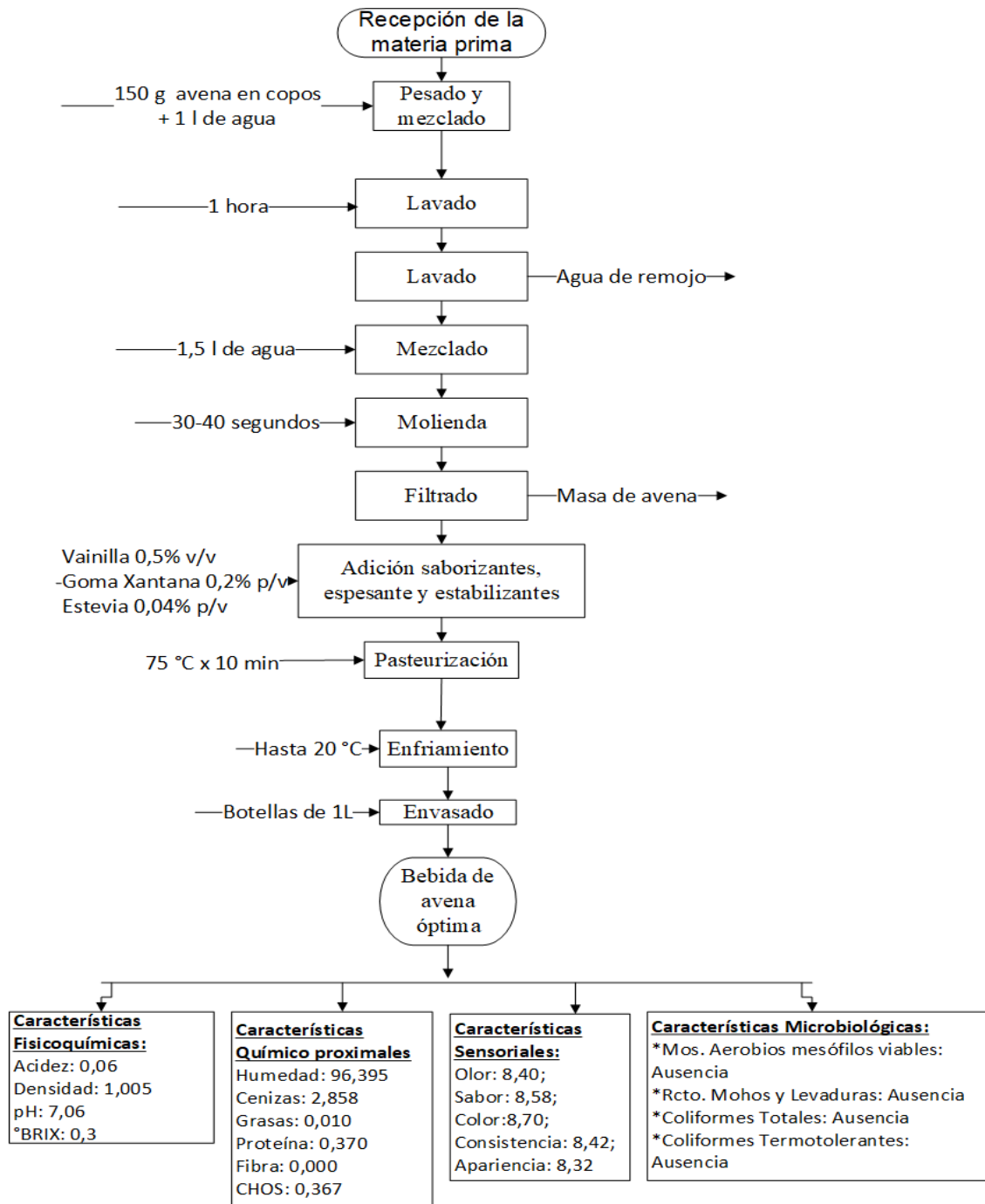
Desventajas:

- Más aditivos: La presencia de estabilizadores, reguladores de acidez, edulcorantes y otros aditivos puede ser una desventaja para quienes prefieren opciones con menos aditivos.
- Menos Adecuada para Alérgicos: La diversidad de ingredientes puede hacer que esta bebida sea menos adecuada para personas con alergias específicas.

5.8. Flujo definitivo de la elaboración de la bebida de avena

En el gráfico 40, se muestra el flujo definitivo utilizado para elaborar la bebida de avena experimental del presente estudio:

Figura 40.
Flujo definitivo de la bebida de avena



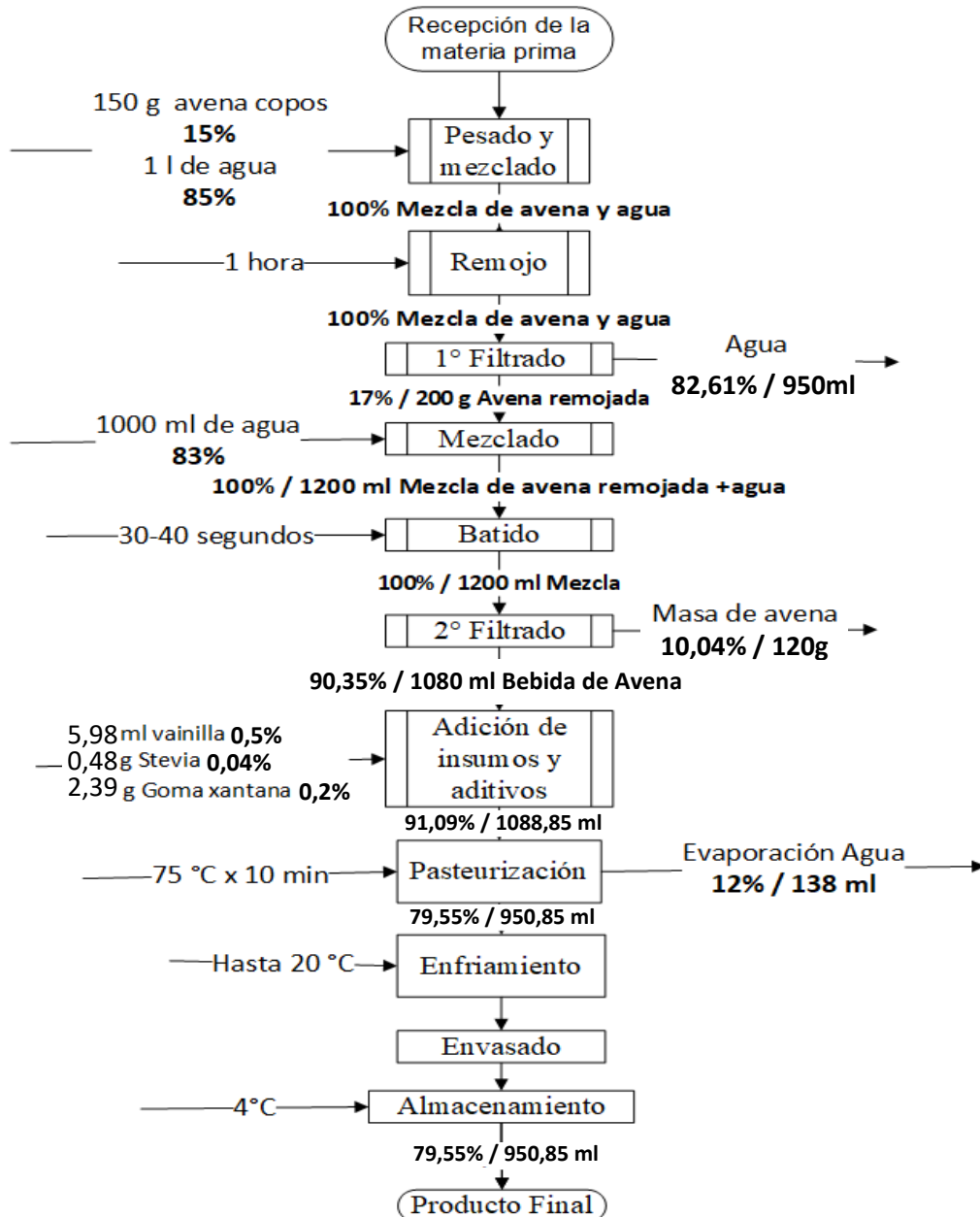
Nota: El diagrama de flujo definitivo de la bebida de avena describe el proceso completo y optimizado de producción, desde la materia prima hasta el producto final embotellado. Se especifican las condiciones de cada etapa del proceso, como la pasteurización y la adición de estabilizantes, para asegurar la calidad y seguridad del producto.

5.9. Balance de masa de la bebida de avena optimizado

El balance de masa final de la bebida de avena optimizado es el siguiente:

Figura 41.

Diagrama de balance de materia de masa de la bebida optimizada



Nota: El diagrama de balance de masa de la bebida optimizada detalla las proporciones de ingredientes y las pérdidas de masa en cada etapa del proceso de producción, asegurando la precisión en la formulación y el control del rendimiento del producto final.

El balance de materia de masa de la bebida optimizada de avena es el siguiente:

Tabla 34.
Balance de masa de la bebida de avena

Etapa	Ingresos (g o ml)	Salida (g o ml)	Total (g o ml)
Pesado (Avena y Agua)	150 g+1000 ml (100%)	0	1150 ml (100%)
1° Filtrado	0	950 ml (82,61%)	200 g (17%)
Mezclado (masa de avena + agua)	1000 ml+200 g (100%)	0	1200 ml (100%)
2° Filtrado (sale masa de avena)	0	120 g (10,04%)	1080 ml (90,35%)
Adición de insumos (vainilla + goma xantana + Stevia)	5,98 ml + 2,39 g + 0,48 g (0,74 %)	0	1088,85ml (91,09%)
Pasteurización	0	138 ml (12%)	950,85ml (79,55%)
Rendimiento			79,55%

Nota: La tabla muestra el balance de masa en cada etapa del proceso de producción de la bebida de avena, destacando el ingreso y salida de materiales, así como el rendimiento total del proceso, que se sitúa en un 79,55%.

5.10. Análisis de comprobación de hipótesis

El análisis de la comprobación de hipótesis primero se inicia con la comprobación de las hipótesis específicas y finalmente con la comprobación de la hipótesis general.

5.10.1. Comprobación de primera hipótesis específica

Para iniciar la comprobación de la primera hipótesis específica se procede a dar a conocer su planteamiento:

Primera hipótesis específica

Ho: Los parámetros óptimos de temperatura y tiempo de pasteurización no influyen en las características fisicoquímicas de una bebida vegetal elaborada a base de avena

H1: Los parámetros óptimos de temperatura y tiempo de pasteurización sí influyen en las características fisicoquímicas de una bebida vegetal elaborada a base de avena

Nivel de significancia: 5% = 0,05

Regla de Decisión: Si $p < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador

Prueba estadística: Análisis del modelo lineal Generalizado (GLM) Multivariante

Resultados del análisis: En la Tabla 35, se muestran los resultados del análisis de influencia de los parámetros de pasteurización en general y por cada una de las características fisicoquímicas de la bebida vegetal a base de avena:

Tabla 35.

Resultados de la influencia de los parámetros de pasteurización en las características fisicoquímicas de la bebida de avena

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: Características Fisicoquímicas					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0,092a	8	0,012	0,001	1,000
Intersección	321,679	1	321,679	34,105	0,000
Temperatura	0,074	2	0,037	0,004	0,996
Tiempo	0,002	2	0,001	0,000	1,000
Temperatura * Tiempo	0,016	4	0,004	0,000	1,000
Error	594,216	63	9,432		
Total	915,987	72			
Total corregido	594,308	71			

Análisis de resultados: En la Tabla 35, se puede observar que la temperatura no influye en las características fisicoquímicas (Sig. 0,996 > 0,05), el tiempo tampoco influye el valor de Sig. 1,000 y la interacción de tiempo y temperatura simultáneamente No influye en las características fisicoquímicas.

Contraste de la primera hipótesis específica

Ho: Los parámetros óptimos de temperatura y tiempo de pasteurización no influyen en las características fisicoquímicas de una bebida vegetal elaborada a base de avena. SE ACEPTA

H1: Los parámetros óptimos de temperatura y tiempo de pasteurización sí influyen en las características fisicoquímicas de una bebida vegetal elaborada a base de avena. SE RECHAZA

Conclusión: Los parámetros de temperatura y tiempo de pasteurización no influyen simultáneamente en las características fisicoquímicas de la bebida vegetal elaborada a base de avena.

5.10.2. Comprobación de segunda hipótesis específica

Para iniciar la comprobación de la segunda hipótesis específica se procede a dar a conocer su planteamiento:

Segunda hipótesis específica

Ho: Los parámetros óptimos de temperatura y tiempo de pasteurización no influyen en las características químico proximales de la bebida vegetal elaborada a base de avena

H1: Los parámetros óptimos de temperatura y tiempo de pasteurización sí influyen en las características químico proximales de la bebida vegetal elaborada a base de avena

Nivel de significancia: 5% = 0,05

Regla de Decisión: Si $p < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador

Prueba estadística: Análisis del modelo lineal Generalizado (GLM) Multivariante

Resultados del análisis: En la Tabla 36, se muestran los resultados del análisis de influencia de los parámetros de pasteurización con las características químico proximales de la bebida vegetal de avena:

Tabla 36.

Análisis de influencia de los parámetros de pasteurización en las características químico proximales de la bebida de avena

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: Características Químico Proximales					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0,001a	8	0,000	0,000	1,000
Intersección	30,004,534	1	30,004,534	21,574	0,000
Temperatura	0,000	2	0,000	0,000	1,000
Tiempo	0,000	2	0,000	0,000	1,000
Temperatura * Tiempo	0,001	4	0,000	0,000	1,000
Error	13,7687,122	99	1,390,779		
Total	16,7691,656	108			
Total corregido	13,7687,123	107			

Análisis de resultados: Teniendo en cuenta el valor de Sig., la temperatura, y el tiempo analizado de manera individual no tienen influencia sobre las características químico proximales el valor de Sig., es igual 1,000 en ambos casos. En el análisis simultáneo de temperatura y tiempo el valor de Sig. es 1,000 siendo mayor que 0,05 se concluye que no hay influencia entre las variables. A continuación se procede a contrastar la segunda hipótesis específica:

Contraste de la segunda hipótesis específica

Ho: Los parámetros óptimos de temperatura y tiempo de pasteurización no influyen en las características proximales de la bebida vegetal elaborada a base de avena. SE ACEPTA

H1: Los parámetros óptimos de temperatura y tiempo de pasteurización sí influyen en las características proximales de la bebida vegetal elaborada a base de avena. SE RECHAZA

Conclusión: *Los parámetros de temperatura y tiempo de pasteurización No poseen influencia en las características químico proximales de la bebida vegetal elaborada a base de avena.*

5.10.3. Comprobación de tercera hipótesis específica

Para iniciar la comprobación de la tercera hipótesis específica se procede a dar a conocer su planteamiento:

Tercera hipótesis específica

Ho: Los parámetros óptimos de temperatura y tiempo de pasteurización no influyen en las características sensoriales de la bebida vegetal elaborada a base de avena

H1: Los parámetros óptimos de temperatura y tiempo de pasteurización sí influyen en las características sensoriales de la bebida vegetal elaborada a base de avena

Nivel de significancia: $5\% = 0,05$

Regla de Decisión: *Si $p < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador*

Prueba estadística: *Análisis del modelo lineal Generalizado (GLM) Multivariante*

Resultados del análisis: En la Tabla 37, se muestran los resultados del análisis de influencia de los parámetros de pasteurización con las características sensoriales de la bebida vegetal:

Tabla 37.

Análisis de influencia de los parámetros de pasteurización en las características sensoriales de la bebida de avena

Pruebas de efectos inter sujetos					
Variable dependiente: Características Sensoriales					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	133,746a	8	16,718	40,611	0,000
Intersección	2,845,519	1	2,845,519	6,912,147	0,000
Temperatura	3,752	2	1,876	4,557	0,013
Tiempo	126,870	2	63,435	154,092	0,000
Temperatura * Tiempo	3,124	4	0,781	1,897	0,119
Error	33,345	81	0,412		
Total	3,012,610	90			
Total corregido	167,091	89			

Análisis de resultados: En el análisis de los resultados se puede observar que la temperatura y tiempo por separado sí influyen las características sensoriales con un valor de Sig. 0,013; 0,000 respectivamente. En el análisis de la interacción de tiempo y temperatura los resultados indican que no existe una relación. De acuerdo a los resultados se procede a contrastar la tercera hipótesis específica:

Contraste de la tercera hipótesis específica

Ho: Los parámetros de temperatura y tiempo de pasteurización no influyen en las características sensoriales de la bebida vegetal elaborada a base de avena. SE ACEPTA

H1: Los parámetros óptimos de temperatura y tiempo de pasteurización sí influyen en las características sensoriales de la bebida vegetal elaborada a base de avena. SE RECHAZA

Conclusión: *Los parámetros de temperatura y tiempo de pasteurización No poseen influencia en el olor, sabor, color, apariencia y consistencia de la bebida vegetal elaborada a base de avena.*

5.10.4. Comprobación de cuarta hipótesis específica

Para iniciar la comprobación de la cuarta hipótesis específica se procede a dar a conocer su planteamiento:

Cuarta hipótesis específica

Ho: Los parámetros óptimos de temperatura y tiempo de pasteurización no influyen en las características microbiológicas del producto óptimo obtenido

H1: Los parámetros óptimos de temperatura y tiempo de pasteurización sí influyen en las características microbiológicas del producto óptimo obtenido

Nivel de significancia: $5\% = 0.05$

Regla de Decisión: *Si $p < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador*

Prueba estadística: Análisis del modelo lineal Generalizado (GLM)
Multivariante

Resultados del análisis: *En la Tabla 38, se muestran los resultados del análisis de influencia de los parámetros de pasteurización en las características microbiológicas del producto óptimo de la bebida vegetal elaborada a base de avena:*

Tabla 38.

Resultados del análisis de relación de parámetros de pasteurización con las características microbiológicas de la bebida de avena

Pruebas de efectos inter sujetos					
Variable dependiente: Análisis Microbiológico					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0,667a	2	0,333	3,000	0,100
Intersección	8,333	1	8,333	75,000	0,000
Temperatura	0,667	2	0,333	3,000	0,100
Tiempo	0,000	0		.	.
Temperatura * Tiempo	0,000	0	0,111	.	.
Error	1,000	9	,111		
Total	10,000	12			
Total corregido	1,667	11			

Nota a. No se han calculado estadísticos porque es una constante

Análisis de resultados: En el análisis de los resultados se puede observar que la temperatura no tiene influencia en el análisis microbiológico (valor del Sig.0,100), no se pudo calcular la influencia del tiempo ni la influencia simultánea de tiempo y temperatura, debido a que son pocos datos y aparte que los resultados son una constante. Así que se comprobó la hipótesis teniendo en cuenta los resultados microbiológicos obtenidos desde la Tabla 42-45, en donde se evidencia que a temperaturas mayores de 65°C x 10 min, se eliminan microorganismos que pueden alterar la calidad del producto. Teniendo en cuenta los resultados se procede a comprobar la siguiente hipótesis:

Contraste de la cuarta hipótesis específica

Ho: Los parámetros de temperatura y tiempo de pasteurización no se relacionan con las características microbiológicas de una bebida vegetal elaborada a base de avena. SE RECHAZA

H1: Los parámetros óptimos de temperatura y tiempo de pasteurización sí se relacionan con las características microbiológicas de una bebida vegetal elaborada a base de avena. SE ACEPTA

Conclusión: *Los parámetros de temperatura y tiempo de pasteurización óptimos sí tienen influencia en las características microbiológicas de la bebida vegetal elaborada a base de avena.*

5.10.5. Comprobación de la hipótesis general

Para iniciar la comprobación de la hipótesis General se procede a dar a conocer su planteamiento:

Hipótesis General

Ho: La combinación de los parámetros de pasteurización no influyen en las características fisicoquímicas, proximales, microbiológicas y sensoriales de una bebida vegetal elaborada de avena (*avena sativa*)

H1: La combinación de los parámetros de pasteurización sí influyen en las características fisicoquímicas, proximales, microbiológicas y sensoriales de una bebida vegetal elaborada de avena (*avena sativa*)

Prueba estadística: *No aplica, se realizó un análisis del consolidado de los resultados obtenidos por cada análisis.*

Resultados del análisis del consolidado: *En la Tabla 39, se muestran los resultados del análisis de influencia de los parámetros de pasteurización en las características del producto óptimo de la bebida vegetal elaborada a base de avena:*

Tabla 39.

Resultados del análisis de relación de parámetros de pasteurización con las características de la bebida de avena

Parámetros /Características	Temperatura (°C)		Tiempo (min)		Temperatura x Tiempo	
	Sí Influye	No influye	Sí influye	No influye	Sí influye	No influye
Análisis Físicoquímico		0,996		1,000		1,000
Análisis Proximal		1,000		1,000		1,000
Análisis Sensorial	0,013		0,000			0,119
Análisis Microbiológico		0,100	-	-	-	-

Nota. Muestra que la temperatura y el tiempo de pasteurización influyen significativamente en las características sensoriales de la bebida de avena, mientras que solo la temperatura afecta las características microbiológicas.

Análisis de resultados

En el análisis de los resultados se puede observar que la temperatura x tiempo simultáneamente No influyen en ninguna de los análisis realizados (características físicoquímicas, proximales, sensoriales y microbiológicas). Teniendo en cuenta los resultados se procede a contrastar la hipótesis general:

Contraste de la hipótesis general

Ho: La combinación de los parámetros de pasteurización no influyen en las características físicoquímicas, proximales, microbiológicas y sensoriales de una bebida vegetal elaborada de avena (*Avena sativa*).
SE ACEPTA

H1: La combinación de los parámetros de pasteurización sí influyen en las características físicoquímicas, proximales, microbiológicas y sensoriales de una bebida vegetal elaborada de avena (*Avena sativa*).
SE RECHAZA

Conclusión: *Se puede observar que no hubo una influencia simultánea del tiempo y temperatura con los análisis pero sí se pudo observar que el tiempo y temperatura de manera independiente sí influyen en el análisis sensorial, es un aspecto que se pudo comprobar durante la calificación del producto a cargo del panel de los participantes en el sabor, olor, color, consistencia, apariencia de la bebida de avena, análisis que finalmente determinó la selección del producto óptimo.*

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN

El mejor tratamiento obtenido fue seleccionado en base a los resultados del análisis sensorial y corresponde a la combinación de parámetros de pasteurización pertenecientes a 75 °C x 10 min. Según Dolores, Benavides y Osso (2018), su producto óptimo de acuerdo al proceso de pasteurización fue de 15 minutos a 90 °C. Las características fisicoquímicas del tratamiento óptimo (75 °C x 10 min) corresponden, a una acidez de 0,06, densidad 1,005 g/ml, pH con un valor de 7,06 y °Brix igual a 0,250. Un resultado muy diferente se obtuvo de Barroso (2020), debido a que su bebida de avena obtuvo una acidez de 0,21 %, y el pH fue de 4,13. Según Rojas (2012), la temperatura tiene efectos estadísticamente significativos en la acidez. Es mayor para las bebidas elaboradas a 95 °C que a 72 °C. La temperatura también produce un efecto estadísticamente significativo en la variación de la acidez de las bebidas, ocasionando un aumento de la misma al aumentar la temperatura, a 72 °C y a 95 °C. La bebida, se vuelve más amarillenta al aumentar la temperatura de procesado coincide con los resultados de la presente investigación la acidez aumento de 0,14 a 0,18 % gradualmente mientras la temperatura aumentaba de 65 – 85 °C. En la acidez se pudo evidenciar que es afectada después del tratamiento térmico. Tamayo Carrasco (2015), señala que no existe diferencia significativa antes y después de la pasteurización con relación al pH. Efectivamente no tiene relación con la presente investigación porque el pH, fue aumentando conforme la temperatura se fue incrementando.

En relación a los °Brix después de la pasteurización no existió ningún cambio por el efecto de la temperatura, es decir no influye en la variación de sólidos solubles (Carrasco, 2015). Sí tiene coincidencia con el presente estudio porque los °Brix, presentaron variaciones distintas sin ninguna tendencia ni para el aumento o disminución de la misma por efecto del tiempo o temperatura. Por lo que el autor concluye que la pasteurización afecta ligeramente al parámetro de la acidez, manteniendo valores constantes de pH y sólidos solubles. En el presente estudio la pasteurización afectó la acidez, la densidad y el pH de acuerdo a los resultados obtenidos.

En el análisis del producto óptimo se obtuvieron las siguientes características químico proximales de la bebida de avena y fueron las siguientes: humedad 96,395 %, cenizas 2,858 %, grasas 0,010 %, proteína 0,370 %, fibra 0,000 y carbohidratos 0,367%. De acuerdo a Barroso (2020), el tratamiento de 60 % avena y 40 % agua y 7 % inóculo es el tratamiento que poseía mejores cualidades organolépticas 1,86 por ciento de proteína, 6,49 por ciento de lípidos, 89,75 por ciento de humedad, 7,35 por ciento de azúcares completos, fueron los hallazgos del análisis nutricional. Según Burciu Tuhut (2023), la bebida de avena posee 1,4 g de proteínas, 0,8 g / 0,1 g de grasas / grasas saturadas, 8,3 g / 6,3 g Hidratos / azúcares y 0,2 g de fibra. Horta Sachik y López (2016), señala que la bebida de avena posee 3,61 g de Hidratos de Carbono, 0,7 g de proteínas, 0,31 g de grasas, < 0,7 mg de Hierro y 1,93 mg de Calcio. Tamayo Carrasco (2015), en la bebida de avena combinada con leche, suero y zapallo, contiene 3,5 g de grasa total, 22 g de carbohidratos totales, 11 g de fibra dietaria, 5 g de proteínas.

En relación a los resultados obtenidos del análisis sensorial el tratamiento seleccionado por los panelistas, destaca el color como el atributo con mayor puntuación (8,70/ 9 puntos), en segundo lugar, el sabor 8,58, en tercer y cuarto lugar la consistencia y el olor con 8,42 y 8,40 respectivamente y en último lugar la apariencia con 8,32. Horta y López (2016) obtuvieron en sus resultados del análisis sensorial que el aroma es lo que más destaca, seguido del color, y finalmente la consistencia y el sabor.

En las características microbiológicas el producto óptimo resultante de un tratamiento térmico de 75°C x 10 min, obtuvo los siguientes resultados: Microorganismos mesófilos viables Ausencia, en Rcto. de Mohos y Levaduras: Ausencia, en Coliformes Totales (Ausencia), y Coliformes Termotolerantes de igual modo Ausencia. Por otro lado, de acuerdo a Barroso (2020), muy por el contrario, indica que para deshacerse de las bacterias dañinas que podrían conducir a la contaminación de cualquier tipo, la leche de avena en su investigación se calentó a 90 ° C durante 12 minutos en un compartimento de acero inoxidable. Según Morales Martínez (2021), la aplicación de un método que permita calentar las bebidas de avena sustitutas de leche a más de 90 °C durante al menos 10 minutos, disminuye la concentración inicial de patógenos sin importar si la avena fue remojada o no. Tamayo Carrasco (2015), afirma que el recuento de coliformes totales se redujo notablemente después de la pasteurización con un número inferior a 10 UFC/ml en todos los tratamientos, en cuanto al recuento de aerobios mesófilos existió contaminación microbiana después del tratamiento térmico.

CONCLUSIONES

- a) En el análisis del impacto del tiempo y la temperatura en las características fisicoquímicas de una bebida vegetal de avena, se encontró que ni la temperatura (Sig. 0,996 > 0,05) ni el tiempo (Sig. 1,000) de pasteurización influyen en dichas características, y la interacción simultánea de tiempo y temperatura tampoco tiene una influencia significativa. De manera similar, en el análisis del tiempo y temperatura de pasteurización sobre las características químico proximales, se concluyó que ni la temperatura ni el tiempo, analizados individualmente (Sig. 1,000 en ambos casos), ni su combinación (Sig. 1,000 > 0,05) tienen influencia significativa.
- b) La combinación de temperatura y tiempo de pasteurización no tiene un impacto significativo en las características sensoriales de la bebida de avena (Sig. 0,119). Sin embargo, cuando se analizan estos factores de manera independiente, tanto la temperatura como el tiempo sí muestran una influencia notable en las características sensoriales del producto. Esto sugiere que, aunque la interacción de ambos no es decisiva, cada uno por separado afecta las propiedades sensoriales de la bebida.
- c) Sí existe una influencia del tiempo y temperatura con los resultados microbiológicos, el resultado se basó en el informe obtenido de laboratorio donde se evidencia que a mayor temperatura existe una eliminación de microorganismos en la bebida de avena, estadísticamente no se pudo determinar debido a que eran solo 3 datos por análisis microbiológico, además uno de los factores (tiempo), era una constante. Se realizaron análisis de aerobios mesófilos, mohos y levaduras, coliformes totales y coliformes termotolerantes.

d) La combinación óptima de los parámetros de pasteurización (tiempo y temperatura) no influyen significativamente de manera simultánea en las características fisicoquímicas, proximales, microbiológicas y sensoriales de una bebida vegetal elaborada de avena. Sin embargo, En el análisis independiente de cada parámetro revela que estos sí influyen, aunque únicamente en el aspecto sensorial. Al analizar los resultados de laboratorio, se observan cambios en los valores al aplicar diferentes temperaturas y tiempos de pasteurización. No obstante, estos cambios no son suficientemente significativos para establecer una influencia determinante entre las variables estudiadas.

RECOMENDACIONES

- a) En el análisis fisicoquímico realizar estos análisis en diversas etapas de la elaboración de la bebida de avena, con la finalidad de apreciar los cambios ocurridos en diversas etapas y de qué manera puede influir de manera favorable o negativa a la calidad del producto final
- b) En el análisis químico proximal, realizar futuras investigaciones para fortificar con vitaminas y minerales la bebida de avena obtenida en este estudio con la finalidad de ofrecer un producto con cualidades más completas nutritivamente.
- c) En el análisis sensorial realizar futuras investigaciones comprando la bebida vegetal a base avena elaborada experimentalmente en comparación con las bebidas de avena presentes en el mercado.
- d) Realizar futuras investigaciones realizando análisis microbiológicos continuos por un periodo determinado en la bebida de avena una vez elaborada con la finalidad de establecer su vida útil.
- e) Realizar futuras investigaciones donde se estudie los cambios en las diferentes características estudiadas, antes y después del tratamiento de pasteurización para poder identificar con mayor exactitud qué factores (tiempo y temperatura), logran influir significativamente en los valores de las características.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agraria.pe. (2022). *Importación de avena mondada* . Obtenido de <https://agraria.pe/noticias/importacion-peruana-de-avena-mondada-sumo-us-7-2-millones-en-28948#:~:text=Cabe%20se%20que%20durante%20todo,d e%20US%24%2012.244.279>.
- AGRODATA PERÚ. (31 de Enero de 2023). *Avena Mondada Perlada importación de Perú*. (W. Koo, Editor) Obtenido de <https://www.agrodataperu.com/2023/01/avena-mondada-peru-importacion-2022-diciembre.html>
- Aguilera, J., Luengo, M., & Peláez, C. (2010). *Tecnología de los alimentos: Procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos*. Acribia.
- Alapont Gutiérrez, C., Simon Soriano, P., & Torrejón Lanero, J. (2020). *Guía para la detemrinación de la vida útil de los alimentos*. Federación empresarial de agroalimentación de la comunidad Valenciana. Valencia: FEDACOVA.
- Andino Rugama, F., & Castillo, Y. (2010). *Un enfoque práctico para la incoudad alimentaria*. Estelí: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Bamboo Balance. (2023). *Filtro de leches vegetales*. Obtenido de <https://bamboobalance.pe/producto/filtro-leches-vegetales/>
- Barquero Quirós, M. (2012). *Análisis proximal de alimentos* (Primera ed.). Serie Química.
- Barroso López, D. M. (2020). *Empleo de bebida de avena en la elaboración de yogurt a tres concentraciones de inóculos*. Milagro: Universidad agraria del Ecuador.

- Burciu Tuhut, A. C. (2023). *Análisis comparativo entre la leche, productos lácteos y bebidas vegetales*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Butt, M., Tahir Nadeem, M., Khan, M. S., & M.S., B. (2008). Oat: Unique among the cereals. *Eur J Nutr.*, 2(47), 68-79.
- Caballero Hernández, Y. T., Patiño Villamizar, S. R., & Otálvaro Marín, H. L. (2018). *Manual de análisis químico e instrumental. Técnicas de análisis fisicoquímico* (Vol. 2). Barrancabermeja: UNIPAZ - Instituto Universitario de la Paz.
- Cali, M. J. (2017). Análisis sensorial de los alimentos. *Fruticultura y Diversificación*, 34-37.
- Carrillo Inungaray, M. L. (Enero - Junio de 2013). Vida útil de los alimentos. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3), 1-25.
- Carta, A. F. (2021). *Perfil nutricional de bebidas vegetales industrializadas y comercializadas en la ciudad de Rosario en relación a la leche de vaca*. Rosario: Universidad de Concepción del Uruguay.
- Carvajal Martínez, L. D. (2018). *Determinación de la formulación más aceptada de una bebida elaborada con cebada (*hordeum vulgare*) y avena (*avena sativa*), edulcorada con stevia (*stevia rebaudiana bertonii*)*. Tesis de Maestría, Quito. Obtenido de <https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/10378>
- CODEX Alimentario. (s.f.).
- CODEX STAN 192-1995. (2020). *Norma General para los aditivos Alimentarios*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- CODEX STAN 206-1999. (1999). *Normal General del CODEX para el uso de términos lecheros*. Roma: CODEX Alimentarius.

- CODEX STAN 240-2003. (2003). *Norma para los productos acuosos de coco, Leche de coco y Crema de coco*. Roma: Codex Alimentarius.
- Cuenca Naula, F. D. (2023). *Elaboración de una bebida de avena (Avena sativa) con adición de diferentes niveles de spirulina (Spirulina platensis)*. Chimborazo, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/19085>
- Danty Larraín, J., Díaz Pérez, M., Mendoza Revilla, V., Urbina Vergara, C., & Acuña Leiton, E. (2018). *Prospectivas del mercado mundial de la avena para consumo humano*. Santiago de Chile: Ministerio de agricultura de Chile.
- Danty Larraín, J., Gasic Bol, C., Díaz Pérez, M., Mendoza Revilla, V., Urbina Vergara, C., & Acuña Ñeiton, E. (2019). *Informe final: Prospektivas del mercado mundial de la avena para consumo humano*. Santiago de Chile: ODEPA Ministerio de Agricultura.
- Danza de Fogones. (14 de 12 de 2022). *Cómo hacer Leche de avena*. Obtenido de <https://danzadefogones.com/como-hacer-leche-de-avena/#recipe>
- Dávila de Campagnaro, E. (julio-septiembre de 2017). Bebidas Vegetales y Leches de otros Mamíferos. *Archivos Venezolanos de Puericultura y Pediatría*, 80(3), 96-101.
- Delicias Kitchen. (7 de septiembre de 2020). *Cómo hacer leche de avena casera*. Obtenido de <https://deliciaskitchen.com/leche-de-avena/>
- Dolores, C. M., Benavides, E. R., & Osso, O. O. (2018). Efecto del consumo de una bebida a base de Physalis peruviana, Passiflora edulis, Ananas comosus, Avena sativa, sobre el perfil lipídico y glicemia de mujeres con sobrepeso y obesidad. *Rev. Sociedad Química*, 1(84), 107-117.
- El español. (14 de Agosto de 2015). *Cómo hacer leche de avena casera*. Obtenido de

https://www.elespanol.com/cocinillas/recetas/bebidas/20150814/hacer-leche-avena-casera/1000225027496_30.html

Encina Zelada, C. R., Bernal Sánchez, A. P., & Rojas Hurtado, D. (2013). Efecto de la temperatura de apsteurización y proporción de mezclas binarias de pulpa de carambola y mango sobre su capacidad antioxidante lipofílica. *Ingeniería Industrial*(31), 197-219.

FAO. (2016). *Manual de técnicas para laboratorio - Análisis proximales*. Italia: Programa cooperativo gubernamental FAO .

Forelle, E., Mdeshpande, R., & Serrano, M. (Diciembre de 2021). Legumbres y cereales. *Instituto Nacional superior de ciencias Agronómicas Alimentarias y Ambientales*, 1-14.

García Saavedra, N. M. (2017). *Bebidas vegetales*. Madrid: Universidad Computense de Madrid.

Gómez Carus, A., Ceballos Walls, I., Ruiz Moreno, E., Rodriguez Alonso, P., Valero Gaspar, T., Ávila Torres, J., & Varela Moreiras, G. (2017). *Informe de datos actuales sobre las propiedades nutricionales de la avena*. Madrid: Fundación Española de la nutrición.

Gonzalez Fandos, E. (2021). *Combinaciones tiempo temperatura necesarias para el cocinado seguro de los alimentos*. Madrid: Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN).

González Regueiro, V., Rodeiro Mauriz, C., Sanmartin Fero, C., & Vila Plana, S. (2014). *Introducción al análisis sensorial*. Mugardos: SGAPEIO .

Graf, A. (31 de Enero de 2019). *Brown sugar and vanilla*. Obtenido de How to make oat milk: https://www.brownsugarandvanilla.com/oat-milk/?_gl=1*1lsil9j*_ga*MTk0Njg1NzQ3MC4xNjczNjE4MjI0*_ga_EYVK0ZXR0C*MTY3MzYyMDkyNC4yLjEuMTY3MzYyMTU5Mi4wLjAuMA..

- Herrero, N. (4 de Mayo de 2021). *Receta de leche de avena casera*. Obtenido de <https://dulcesdiabeticos.com/receta-leche-avena-casera/>:
<https://dulcesdiabeticos.com/receta-leche-avena-casera/>
- Horta Sachik, S., & López, A. (2016). *Estudio comparativo de la composición química y grado de aceptabilidad de tres bebidas artesanales a base de Avena, Amaranto y Quinoa*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.
- Hou, Q., Li, Y., Li, L. C., Sun, X., & Li, S. (2015). The metabolic effect of Oats Intake in patients with type 2 Diabetes: A systematic review and Meta - Analysis. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*, 69-87.
- Hough, G., & Wittig, E. (2005). *Introducción al análisis sensorial, en: Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos*. Madrid, España: Programa CYTED.
- Idea vegana. (6 de Abril de 2022). *Leche de vena casera: cómo hacerla de forma fácil*. Obtenido de <https://ideavegana.com/leche-de-avena-receta/>
- INACAL. (2022). *Jugos, néctares y bebidas de fruta* (Segunda ed.). Lima, Perú: Dirección de Normalización - INACAL.
- INACAL Instituto Nacional de Calidad. (2022). *Listado de Normas técnicas peruanas*. Lima: Ministerio de la Producción.
- Index Mundi. (2022). *Producción de Avena en el Perú*. USDA. Obtenido de <https://www.indexmundi.com/agriculture/?pais=pe&producto=avena&variable=produccion&l=es>
- Kichink. (2 de enero de 2023). *Bolsa para lechada malla filtro para leche granos*. Obtenido de <https://www.kichink.com/buy/1905553/ieco/bolsa-para-lechada-malla-filtro-para-leche-granos>
- Kiwilimón. (8 de Julio de 2019). *Leche de avena*. Obtenido de <https://www.kiwilimon.com/receta/bebidas/otros/leche-de-avena>

- La Nación . (1 de septiembre de 2021). *Receta de Leche de Avena*. Obtenido de <https://www.lanacion.com.ar/recetas/guarniciones/leche-de-avena-nid01092021/>
- Latham, M. C. (2002). *Cereales, raíces feculentas y otros alimentos con alto contenido de carbohidratos*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Ithaca, New York: FAO.
- López, E. (20 de Enero de 2017). *Cómo hacer leche de avena*. Obtenido de <https://www.mundodeportivo.com/uncomo/comida/receta/como-hacer-leche-de-avena-25627.html>
- Maggett, E. (20 de Noviembre de 2021). *¿Qué es la avena?* Obtenido de https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ybw2--01utsJ:https://www.ehowenespanol.com/avena-sobre_259330/&cd=3&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe
- Méndez Ventura, L. M. (2020). *Manual de prácticas de análisis de alimentos*. Xalapa: Universidad Veracruzana.
- MERCK. (2022). *Análisis microbiológico*. Obtenido de <https://www.sigmaaldrich.com/PE/es/applications/food-and-beverage-testing-and-manufacturing/microbiological-analysis-for-food-and-beverage>
- Ministerio de Salud, Argentina. (1971). *Decreto 2126/71, Reglamento del Código Alimentario Argentino*. Obtenido de https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/Marco_Regulatorio/
- Ministerio de Salud, Chile. (2019). *Decreto Supremo N° 977/96, Reglamento Sanitario de los Alimentos*. Santiago de Chile: Ministerio de Salud. Obtenido de <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=169933>

- MINSA. (2008). *Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano*. El Peruano: MINSA.
- Morales Martínez, L. I. (2021). *Comportamiento de microorganismos patógenos durante la elaboración de bebidas sustitutas de leche a base de avena*. Santiago de Querétaro, Ecuador: Dirección Regional de Bibliotecas y Servicios Digitales de Información.
- Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L., & Cuadrado, C. (2013). *Tabla de composición de alimentos. Guía de prácticas (Vol. XVI)*. Madrid, España: Pirámide.
- NTP - ISO 6658. (2008). *Análisis sensorial. Metodología. Lineamientos generales* (Primera ed.). Lima: Comisión de Normalización y Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias.
- NTP ISO 4121 Norma Internacional. (2003). *Análisis sensorial - Lineamientos para el uso de escalas de respuestas cuantitativas* (Segunda ed.). Lima.
- OECD-FAO. (2019). *Panorama de la agricultura 2019-2028*. Roma: OECD Publishing.
- Organización Mundial de la Salud. (2007). *CODEX Alimentarius: Cereales, legumbres, leguminosas y productos proteínicos vegetales*. Roma: FAO y OMS.
- Pal, A., & Dey, S. (2014). Efecto del alvud en el contenido de nutrientes y calidad de la avena. *Revista internacional de ciencias de la alimentación y la nutrición*, 3(1), 30-35.
- Papa Pintor, Y. (21 de Octubre de 2022). *Los beneficios de consumir leche de avena*. Obtenido de Mejor con salud: <https://mejorconsalud.as.com/los-beneficios-consumir-leche-avena/>

- Ricaurte Ortiz, P., & Monar Morales, K. D. (2020). *Aprovechamiento agroindustrial de chí (salvia hipánica l.) y avena (avena sativa) en la elaboración de una bebida nutricional*. Chimborazo, Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6388>
- Rodríguez Acosta, M. G. (2018). *Desarrollo de una bebida estandarizada a base de avena sativa, Cinnamomun zeylanicum y Vanilla planifolia*. Nuevo León, México: Universidad Autónoma de Nuevo León. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/16389/>
- Rojas, P. (2012). *Desarrollo y caracterización de una nueva bebida de avena*. Universidad de Valladolid, Campus de Palencia. Valladolid, España: Escuela técnica superior de Ingenierías Agrarias.
- Sagasti Viteri, S. N. (2021). *Valoración proteica de una bebida de avena (Avena sativa), tipo yogur, enriquecido con caseína y ovoalbúmina*. Milagro, Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador. Obtenido de <http://181.198.35.98/Archivos/SAGASTI%20VITERI%20SOLANGE%20NARCISA.pdf>
- Sanjinez Noha, A. (2018). *Estudio y formulación de una bebida no láctea a base de quinua, avena y amaranto*. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- SIEA -Sistema Integrado de Estadística Agraria. (2022). *Boletín estadístico mensual el Agro en cifras*. Lima: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.
- Simple Blending. (2023). *Utensilios para filtrar leches vegetales*. Obtenido de <https://www.simpleblending.com/4-utensilios-para-filtrar-las-leches-vegetales/>
- Tamayo Carrasco, V. E. (2015). *Aplicación de mezclas de zapallo, avena y maracuyá para el desarrollo y elaboración de una bebida nutricional*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.

- The Food Tech. (2023). *La legislación alimentaria en Argentina transita hacia una nueva era*. Obtenido de <https://thefoodtech.com/legislacion-alimentaria-en-argentina/>
- Toapanta, M. (2018). *Clasificación taxonómica de la Avena*. Ambato: Universidad técnica de Ambato.
- USDA - United States Department of Agriculture. (2022). *Producción mundial de avena*. Informe, USA.
- Vasqu ez Noya, I. (12 de Septiembre de 2022). *Directo al paladar*. Obtenido de Cómo hacer leche de avena: una guía práctica para preparar una de las bebidas vegetales más populares de manera casera: <https://www.directoalpaladar.com/curso-de-cocina/como-hacer-leche-avena-guia-practica-para-preparar-bebidas-vegetales-populares-manera-casera>
- Villacrés, P. (2014). *La pasteurización y sus beneficios*. Ecuador: Universidad de Admisión y Nivelación ESPOCH.

ANEXOS

Anexo 1. Elaboración experimental de la bebida de avena

<p><i>1° Recepción de la materia prima /pesado mezclado / remojo</i></p>	<p><i>2° Mezclado (Licuado de avena remojada previamente colada + agua nueva)</i></p>
	
<p><i>3° Filtrado (Se filtra lo obtenido después del mezclado)</i></p>	<p><i>4° Bebida de avena obtenida después del filtrado</i></p>
	

5° Adición de saborizantes naturales



6° Pasteurización



7° Enfriamiento



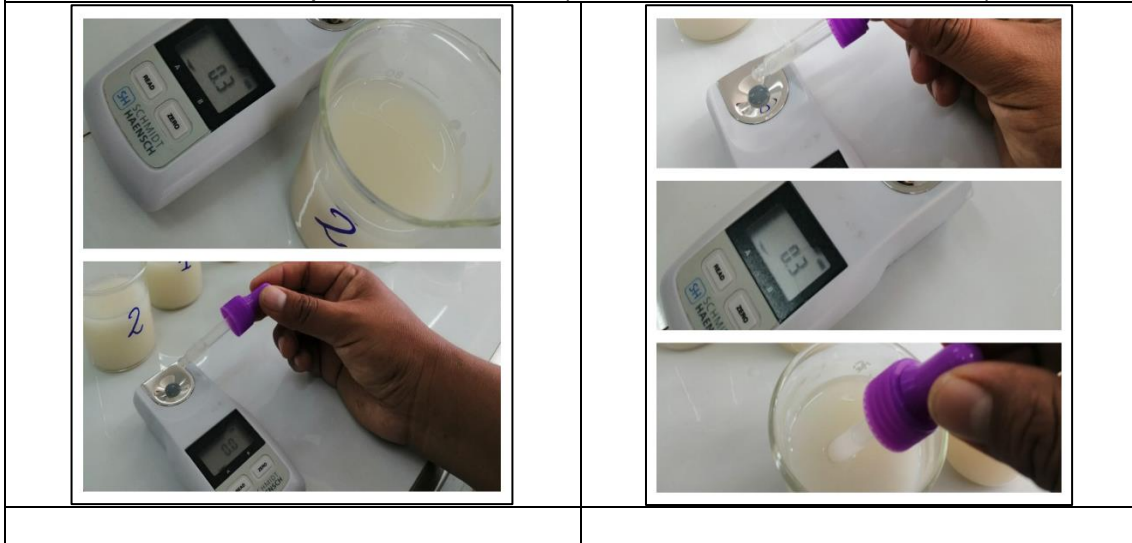
8° Envasado y producto final



Anexo 2. Análisis fisicoquímico de la bebida de avena

Determinación de sólidos solubles. Productos elaborados a partir de frutas y otros vegetales. (NTP 203.072. Ítem 2.4.1 1977 (revisada el 2012))

Análisis de pH de alimentos. (AOAC 981. 12 20th.Ed. 2016)



Análisis de pH de alimentos. (AOAC 981. 12 20th.Ed. 2016)



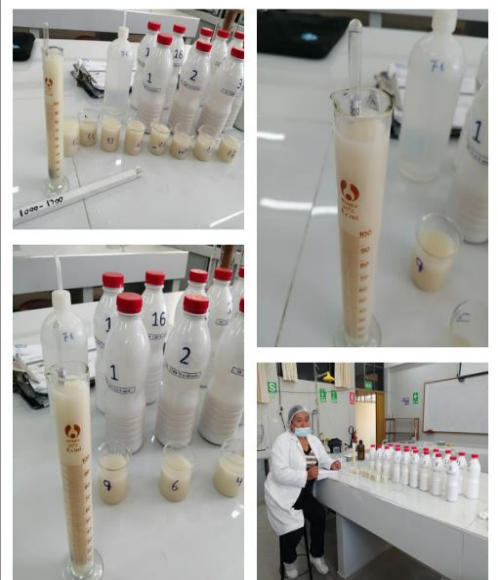
Acidez por titulación con NaOH 0,1 N
(AOAC 947.05)



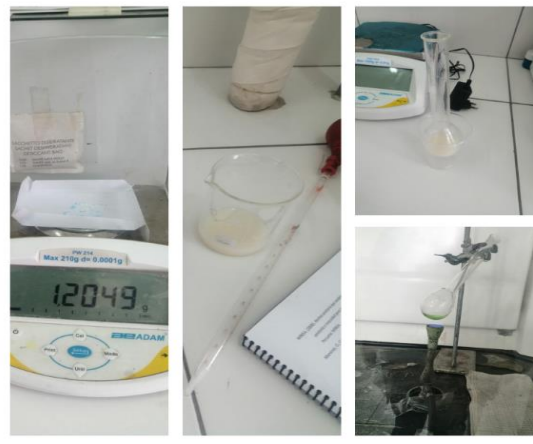

Acidez por titulación con NaOH 0,1 N
(AOAC 947.05)



Densidad relativa EN1131 (1993)
Densimetría



Anexo 3. Informe de resultados del análisis proximal de la bebida de avena

Proteína: Método Kjeldahl, A.O.A.C. (1981)	Carbohidratos: Fenol - Sulfúrico. A.O.A.C. (1981)
	

Carbohidratos: Fenol - Sulfúrico. A.O.A.C. (1981)	Cenizas: Método Soxhlet A.O.A.C. (1981)
	

Anexo 4. Resultados del análisis de acidez total					Anexo 5. Resultados del análisis de densidad				
Tratamientos	X1 Temperatura (°C)	X2 Tiempo (min)	Acidez (%)	\bar{x} (media)	Tratamientos	X1 Temperatura (°C)	X2 Tiempo (min)	Densidad (g/ml)	\bar{x} (media)
1	65	5	0,14	0,120	1	65	5	1,005	1,005
2	65	10	0,14	0,140	2	65	10	1,005	1,005
3	65	15	0,12	0,110	3	65	15	1,005	1,005
4	75	5	0,06	0,070	4	75	5	1,003	1,003
5	75	10	0,06	0,060	5	75	10	1,003	1,003
6	75	15	0,10	0,080	6	75	15	1,002	1,002
7	85	5	0,06	0,080	7	85	5	1,001	1,001
8	85	10	0,04	0,050	8	85	10	1,001	1,001
9	85	15	0,08	0,070	9	85	15	1,000	1,000
10 (rep)	65	5	0,10	-	10 (rep)	65	5	1,005	-
11 (rep)	65	10	0,14	-	11 (rep)	65	10	1,004	-
12 (rep)	65	15	0,10	-	12 (rep)	65	15	1,005	-
13 (rep)	75	5	0,08	-	13 (rep)	75	5	1,002	-
14 (rep)	75	10	0,06	-	14 (rep)	75	10	1,003	-
15 (rep)	75	15	0,06	-	15 (rep)	75	15	1,002	-
16 (rep)	85	5	0,10	-	16 (rep)	85	5	1,000	-
17 (rep)	85	10	0,06	-	17 (rep)	85	10	1,001	-
18 (rep)	85	15	0,06	-	18 (rep)	85	15	1,000	-

Anexo 6. Resultados del análisis de pH					Anexo 7. Resultados del análisis de °Brix				
Tratamientos	X1 Temperatura (°C)	X2 Tiempo (min)	pH	\bar{x} (media)	Tratamientos	X1 Temperatura (°C)	X2 Tiempo (min)	°Brix	\bar{x} (media)
1	65	5	7,23	7,23	1	65	5	0,3	0,30
2	65	10	7,26	7,27	2	65	10	0,3	0,25
3	65	15	7,14	7,15	3	65	15	0,2	0,20
4	75	5	7,04	7,05	4	75	5	0,2	0,20
5	75	10	7,06	7,06	5	75	10	0,3	0,25
6	75	15	7,03	7,04	6	75	15	0,3	0,30
7	85	5	6,92	6,93	7	85	5	0,1	0,10
8	85	10	6,91	6,92	8	85	10	0,2	0,20
9	85	15	6,88	6,89	9	85	15	0,3	0,30
10 (rep)	65	5	7,22	-	10 (rep)	65	5	0,3	-
11 (rep)	65	10	7,27	-	11 (rep)	65	10	0,2	-
12 (rep)	65	15	7,15	-	12 (rep)	65	15	0,2	-
13 (rep)	75	5	7,05	-	13 (rep)	75	5	0,2	-
14 (rep)	75	10	7,05	-	14 (rep)	75	10	0,2	-
15 (rep)	75	15	7,04	-	15 (rep)	75	15	0,3	-
16 (rep)	85	5	6,93	-	16 (rep)	85	5	0,1	-
17 (rep)	85	10	6,92	-	17 (rep)	85	10	0,2	-
18 (rep)	85	15	6,90	-	18 (rep)	85	15	0,3	-

Anexo 8. Resultados del análisis de humedad

Tratamientos	X1 Temperatura (°C)	X2 Tiempo (min)	Humedad 40min. Secado (%)	\bar{x} (media)
1	65	5	96,84	96,74
2	65	10	96,59	96,58
3	65	15	96,47	96,53
4	75	5	96,45	96,51
5	75	10	96,40	96,52
6	75	15	96,36	96,43
7	85	5	96,25	96,33
8	85	10	96,20	96,20
9	85	15	96,62	96,49
10 (rep)	65	5	96,65	-
11 (rep)	65	10	96,58	-
12 (rep)	65	15	96,60	-
13 (rep)	75	5	96,58	-
14 (rep)	75	10	96,65	-
15 (rep)	75	15	96,50	-
16 (rep)	85	5	96,42	-
17 (rep)	85	10	96,21	-
18 (rep)	85	15	96,15	-

Anexo 9. Resultados del análisis de cenizas

Tratamientos	X1 Temperatura (°C)	X2 Tiempo (min)	Cenizas (%)	\bar{x} (media)
1	65	5	2,449	2,345
2	65	10	2,276	2,535
3	65	15	2,444	2,404
4	75	5	2,354	2,331
5	75	10	2,858	2,830
6	75	15	2,807	2,818
7	85	5	2,275	2,267
8	85	10	2,876	2,549
9	85	15	2,827	2,827
10(Rep)	65	5	2,242	-
11(Rep)	65	10	2,794	-
12(Rep)	65	15	2,365	-
13(Rep)	75	5	2,309	-
14(Rep)	75	10	2,803	-
15(Rep)	75	15	2,829	-
16(Rep)	85	5	2,259	-
17(Rep)	85	10	2,222	-
18(Rep)	85	15	2,827	-

Anexo 10. Resultados del análisis de grasas

Tratamientos	X1 Temperatura (°C)	X2 Tiempo (min)	Grasas (g/100mL)	\bar{x} (media)
1	65	5	0,040	0,038
2	65	10	0,030	0,025
3	65	15	0,020	0,023
4	75	5	0,010	0,014
5	75	10	0,010	0,013
6	75	15	0,010	0,010
7	85	5	0,010	0,009
8	85	10	0,010	0,010
9	85	15	0,035	0,022
10 (rep)	65	5	0,035	-
11 (rep)	65	10	0,020	-
12 (rep)	65	15	0,025	-
13 (rep)	75	5	0,018	-
14 (rep)	75	10	0,015	-
15 (rep)	75	15	0,010	-
16 (rep)	85	5	0,008	-
17 (rep)	85	10	0,010	-
18 (rep)	85	15	0,009	-

Anexo 11. Resultados del análisis de proteínas

Tratamientos	X1 Temperatura (°C)	X2 Tiempo (min)	Proteínas (g/100mL) F=6,25	\bar{x} (media)
1	65	5	0,410	0,402
2	65	10	0,390	0,383
3	65	15	0,385	0,375
4	75	5	0,374	0,362
5	75	10	0,370	0,356
6	75	15	0,368	0,353
7	85	5	0,350	0,338
8	85	10	0,342	0,331
9	85	15	0,333	0,319
10 (rep)	65	5	0,395	-
11 (rep)	65	10	0,375	-
12 (rep)	65	15	0,365	-
13 (rep)	75	5	0,350	-
14 (rep)	75	10	0,342	-
15 (rep)	75	15	0,338	-
16 (rep)	85	5	0,325	-
17 (rep)	85	10	0,320	-
18 (rep)	85	15	0,305	-

Anexo 12.Resultados del análisis de fibra					Anexo 13.Resultados del análisis de carbohidratos				
Tratamientos	X1 Temperatura (°C)	X2 Tiempo (min)	Fibra cruda (%)	\bar{x} (media)	Tratamientos	X1 Temperatura (°C)	X2 Tiempo (min)	CHOS (%)	\bar{x} (media)
1	65	5	0,010	0,010	1	65	5	0,254	0,461
2	65	10	0,000	0,000	2	65	10	0,718	0,475
3	65	15	0,010	0,075	3	65	15	0,673	0,657
4	75	5	0,000	0,050	4	75	5	0,817	0,775
5	75	10	0,000	0,000	5	75	10	0,367	0,281
6	75	15	0,005	0,003	6	75	15	0,446	0,383
7	85	5	0,000	0,015	7	85	5	1,117	1,051
8	85	10	0,000	0,010	8	85	10	0,576	0,906
9	85	15	0,001	0,010	9	85	15	0,117	0,413
10 (rep)	65	5	0,010	-	10 (rep)	65	5	0,668	-
11 (rep)	65	10	0,000	-	11 (rep)	65	10	0,231	-
12 (rep)	65	15	0,005	-	12 (rep)	65	15	0,640	-
13 (rep)	75	5	0,010	-	13 (rep)	75	5	0,733	-
14 (rep)	75	10	0,000	-	14 (rep)	75	10	0,195	-
15 (rep)	75	15	0,001	-	15 (rep)	75	15	0,320	-
16 (rep)	85	5	0,003	-	16 (rep)	85	5	0,984	-
17 (rep)	85	10	0,002	-	17 (rep)	85	10	1,236	-
18 (rep)	85	15	0,001	-	18 (rep)	85	15	0,708	-

Anexo 14.Resultados del atributo del color				Anexo 15.Resultados del atributo del olor			
Tratamientos	X1 Temperatura (°C)	X2 Tiempo (min)	Atributo del Color	Tratamientos	X1 Temperatura (°C)	X2 Tiempo (min)	Atributo del Olor
1	65	5	3,60	1	65	5	5,93
2	65	10	7,13	2	65	10	6,93
3	65	15	4,27	3	65	15	5,73
4	75	5	4,40	4	75	5	6,07
5	75	10	8,00	5	75	10	7,80
6	75	15	4,20	6	75	15	6,13
7	85	5	4,27	7	85	5	5,67
8	85	10	6,53	8	85	10	7,13
9	85	15	4,80	9	85	15	5,27
10(rep)	65	5	4,53	10(rep)	65	5	5,40
11(rep)	65	10	6,87	11(rep)	65	10	7,13
12(rep)	65	15	4,87	12(rep)	65	15	5,27
13(rep)	75	5	4,13	13(rep)	75	5	5,67
14(rep)	75	10	8,07	14(rep)	75	10	7,87
15(rep)	75	15	3,13	15(rep)	75	15	6,00
16(rep)	85	5	3,33	16(rep)	85	5	5,53
17(rep)	85	10	6,47	17(rep)	85	10	6,67
18(rep)	85	15	3,07	18(rep)	85	15	5,73

Anexo 16.Resultados del atributo de sabor				Anexo 17.Resultados del atributo consistencia			
Tratamientos	X1 Temperatura (°C)	X2 Tiempo (min)	Atributo del Sabor	Tratamientos	X1 Temperatura (°C)	X2 Tiempo (min)	Atributo Consistencia
1	65	5	5,07	1	65	5	3,40
2	65	10	7,47	2	65	10	7,13
3	65	15	5,20	3	65	15	3,93
4	75	5	4,80	4	75	5	4,00
5	75	10	8,33	5	75	10	7,87
6	75	15	5,00	6	75	15	4,07
7	85	5	5,00	7	85	5	3,93
8	85	10	7,07	8	85	10	6,93
9	85	15	5,27	9	85	15	4,13
10(rep)	65	5	5,27	10(rep)	65	5	4,20
11(rep)	65	10	7,53	11(rep)	65	10	7,20
12(rep)	65	15	4,27	12(rep)	65	15	4,40
13(rep)	75	5	4,73	13(rep)	75	5	5,00
14(rep)	75	10	8,13	14(rep)	75	10	7,93
15(rep)	75	15	4,60	15(rep)	75	15	5,07
16(rep)	85	5	4,47	16(rep)	85	5	4,87
17(rep)	85	10	7,13	17(rep)	85	10	6,93
18(rep)	85	15	4,07	18(rep)	85	15	3,73

Anexo 18.Resultados del atributo apariencia			
Tratamientos	X1 Temperatura (°C)	X2 Tiempo (min)	Atributo Apariencia
1	65	5	5,07
2	65	10	7,00
3	65	15	5,20
4	75	5	5,20
5	75	10	7,73
6	75	15	5,40
7	85	5	4,93
8	85	10	6,80
9	85	15	5,60
10(rep)	65	5	5,27
11(rep)	65	10	6,80
12(rep)	65	15	4,80
13(rep)	75	5	5,20
14(rep)	75	10	7,67
15(rep)	75	15	4,73
16(rep)	85	5	5,40
17(rep)	85	10	6,80
18(rep)	85	15	4,73

Anexo 19. Análisis de regresión de la acidez

Pruebas de efectos Inter sujetos

Variable dependiente: ACIDEZ

Origen	Tipo III de suma de cuadrados		Media cuadrática		F	Sig.
	cuadrados	gl	cuadrática			
Modelo corregido	,006a	8	,001	16,312	,000	
Intersección	,480	1	,480	10804,5	,000	
Temperatura	,005	2	,003	58,875	,000	
Tiempo	1,000E-4	2	5,000E-5	1,125	,366	
Temperatura * Tiempo	,000	4	,000	2,625	,106	
Error	,000	9	4,444E-5			
Total	,486	18				
Total corregido	,006	17				

a. R al cuadrado = ,818 (R al cuadrado ajustada = ,657)

Anexo 20. Análisis de regresión de la densidad

Pruebas de efectos Inter sujetos

Variable dependiente: DENSIDAD

Origen	Tipo III de suma de cuadrados		Media cuadrática		F	Sig.
	cuadrados	Gl	cuadrática			
Modelo corregido	5,878E-5*	8	7,347E-6	44,083	,000	
Intersección	18,094	1	18,094	108564736,333	,000	
Temperatura	5,644E-5	2	2,822E-5	169,333	,000	
Tiempo	7,778E-7	2	3,889E-7	2,333	,153	
Temperatura * Tiempo	1,556E-6	4	3,889E-7	2,333	,134	
Error	1,500E-6	9	1,667E-7			
Total	18,094	18				
Total corregido	6,028E-5	17				

a. R al cuadrado = ,975 (R al cuadrado ajustada = ,953)

Anexo 21. Análisis de regresión de del pH

Pruebas de efectos Inter sujetos

Variable dependiente: pH

Origen	Tipo III de suma de cuadrados		Media cuadrática		F	Sig.
	cuadrados	Gl	cuadrática			
Modelo corregido	,291*	8	,036	544,958	,000	
Intersección	896,056	1	896,056	13440833,333	,000	
Temperatura	,274	2	,137	2055,083	,000	
Tiempo	,010	2	,005	74,083	,000	
Temperatura * Tiempo	,007	4	,002	25,333	,000	
Error	,001	9	6,667E-5			
Total	896,347	18				
Total corregido	,291	17				

a. R al cuadrado = ,998 (R al cuadrado ajustada = ,996)

Anexo 22. Análisis de regresión de °Brix

Pruebas de efectos Inter sujetos

Variable dependiente: °Brix

Origen	Tipo III de suma de cuadrados		Media cuadrática		F	Sig.
	cuadrados	Gl	cuadrática			
Modelo corregido	,070*	8	,009	7,875	,003	
Intersección	,980	1	,980	882,000	,000	
Temperatura	,010	2	,005	4,500	,044	
Tiempo	,013	2	,007	6,000	,022	
Temperatura * Tiempo	,047	4	,012	10,500	,002	
Error	,010	9	,001			
Total	1,060	18				
Total corregido	,080	17				

a. R al cuadrado = ,875 (R al cuadrado ajustada = ,764)

Anexo 23. Análisis de regresión de humedad

Pruebas de efectos Inter sujetos

Variable dependiente: %Humedad

Origen	Tipo III de suma de cuadrados		Media cuadrática		F	Sig.
	cuadrados	Gl	cuadrática			
Modelo corregido	,372*	8	,046	1,326	,340	
Intersección	167562,605	1	167562,605	4777886,555	,000	
Temperatura	,235	2	,118	3,353	,082	
Tiempo	,027	2	,013	,381	,694	
Temperatura * Tiempo	,110	4	,028	,785	,563	
Error	,316	9	,035			
Total	167563,293	18				
Total corregido	,688	17				

a. R al cuadrado = ,541 (R al cuadrado ajustada = ,133)
b. Se ha calculado utilizando Alpha = ,05

Anexo 24. Análisis de regresión de cenizas

Pruebas de efectos Inter sujetos

Variable dependiente: %Cenizas

Origen	Tipo III de suma de cuadrados		Media cuadrática		F	Sig.
	cuadrados	Gl	cuadrática			
Modelo corregido	,836*	8	,105	2,505	,097	
Intersección	116,617	1	116,617	2795,379	,000	
Temperatura	,161	2	,081	1,930	,201	
Tiempo	,485	2	,242	5,812	,024	
Temperatura * Tiempo	,190	4	,048	1,140	,397	
Error	,375	9	,042			
Total	117,829	18				
Total corregido	1,212	17				

a. R al cuadrado = ,690 (R al cuadrado ajustada = ,415)
b. Se ha calculado utilizando Alpha = ,05

Anexo 25. Análisis de regresión del contenido de grasas

Pruebas de efectos Inter sujetos

Variable dependiente: %Grasas

Origen	Tipo III de suma de cuadrados		Media cuadrática		F	Sig.
	cuadrados	Gl	cuadrática			
Modelo corregido	,001*	8	,000	3,529	,039	
Intersección	,006	1	,006	114,935	,000	
Temperatura	,001	2	,000	9,376	,006	
Tiempo	5,644E-5	2	2,822E-5	,553	,594	
Temperatura * Tiempo	,000	4	,000	2,094	,164	
Error	,000	9	5,106E-5			
Total	,008	18				
Total corregido	,002	17				

a. R al cuadrado = ,758 (R al cuadrado ajustada = ,543)
b. Se ha calculado utilizando Alpha = ,05

Anexo 26. Análisis de regresión del contenido de proteínas

Pruebas de efectos Inter sujetos

Variable dependiente: %Proteína

Origen	Tipo III de suma de cuadrados		Media cuadrática		F	Sig.
	cuadrados	Gl	cuadrática			
Modelo corregido	,011a	8	,001	5,022	,013	
Intersección	2,302	1	2,302	8282,025	,000	
Temperatura	,010	2	,005	17,849	,001	
Tiempo	,001	2	,001	1,834	,215	
Temperatura * Tiempo	,000	4	5,631E-5	,203	,931	
Error	,003	9	,000			
Total	2,316	18				
Total corregido	,014	17				

a. R al cuadrado = ,817 (R al cuadrado ajustada = ,654)

Anexo 27. Análisis de regresión del contenido de fibra						Anexo 28. Análisis de regresión del contenido de carbohidratos					
Pruebas de efectos Inter sujetos						Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: %Fibra						Variable dependiente: %Carbohidratos					
Tipo III de						Tipo III de					
suma de						suma de					
cuadrados						cuadrados					
Media						Media					
cuadrática						cuadrática					
Origen				F	Sig.	Origen				F	Sig.
Modelo corregido	,000 ^a	8	2,526E-5	2,953	,064	Modelo corregido	1,099 ^a	8	,137	1,955	,169
Intersección	,000	1	,000	21,844	,001	Intersección	6,480	1	6,480	92,224	,000
Temperatura	6,811E-5	2	3,406E-5	3,981	,058	Temperatura	,332	2	,166	2,359	,150
Tiempo	8,344E-5	2	4,172E-5	4,877	,037	Tiempo	,251	2	,126	1,788	,222
Temperatura * Tiempo	5,056E-5	4	1,264E-5	1,477	,287	Temperatura * Tiempo	,516	4	,129	1,836	,206
Error	7,700E-5	9	8,556E-6			Error	,632	9	,070		
Total	,000	18				Total	8,211	18			
Total corregido	,000	17				Total corregido	1,731	17			
a. R al cuadrado = ,724 (R al cuadrado ajustada = ,479)						a. R al cuadrado = ,635 (R al cuadrado ajustada = ,310)					
b. Se ha calculado utilizando Alpha = ,05						b. Se ha calculado utilizando Alpha = ,05					

Anexo 29. Resultados de la media del análisis sensorial consolidado en 9 tratamientos

Color																Olor																							
Tto	°C	min	JUECES															Media	Tto	°C	min	JUECES															Media		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
1	65	5	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	3	4	3	4	3,37	1	65	5	5	6	7	5	6	7	6	6	5	5	6	7	6	5	7	3,83
2	65	10	7	7	8	7	7	8	7	6	8	7	8	7	6	7	7,83	2	65	10	7	7	7	6	7	6	7	6	7	8	7	8	7	7	7	6,90			
3	65	15	5	5	4	5	4	4	5	5	3	4	3	5	4	3	4,38	3	65	15	5	6	7	6	5	6	5	5	7	6	5	5	6	6	6	3,23			
4	75	5	6	5	6	5	4	3	4	3	4	5	4	5	4	5	3	3,83	4	75	5	5	7	6	4	5	6	5	7	8	6	7	6	6	7	6	4,23		
5	75	10	8	9	7	9	7	8	9	7	9	7	8	9	7	9	8,70	5	75	10	7	8	8	8	7	8	7	8	8	8	9	8	7	8	8	8,40			
6	75	15	4	5	4	6	3	4	5	4	3	4	3	4	5	4	2,95	6	75	15	6	7	5	8	6	7	8	5	6	5	6	5	5	6	7	4,68			
7	85	5	5	5	5	5	4	5	4	3	4	5	4	3	5	4	3	3,15	7	85	5	5	6	7	6	5	7	6	5	6	4	5	6	5	6	6	3,62		
8	85	10	7	6	7	6	7	6	7	7	7	6	6	7	6	7	7,33	8	85	10	7	8	7	6	7	8	7	6	8	7	8	7	6	7	8	6,65			
9	85	15	6	5	6	4	5	6	4	5	4	6	5	4	4	3	5	3,45	9	85	15	4	5	6	7	6	6	5	6	5	4	5	6	5	4	5	3,45		
Sabor																Apariencia																							
Tto	°C	min	JUECES															Media	Tto	°C	min	JUECES															Media		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
1	65	5	5	4	5	4	5	5	5	6	5	7	5	6	5	4	4,40	1	65	5	5	6	5	4	5	6	5	4	5	4	5	6	5	5	6	3,72			
2	65	10	7	7	7	8	7	8	8	8	7	7	7	8	8	7	7,03	2	65	10	8	7	8	7	6	7	6	7	8	6	7	7	6	7	8	5,43			
3	65	15	5	5	5	6	4	5	6	5	4	5	6	5	6	5	3,37	3	65	15	6	5	6	5	4	5	4	4	5	6	6	5	6	5	6	3,38			
4	75	5	4	5	6	5	4	5	5	5	6	5	4	4	4	5	5,13	4	75	5	7	6	5	4	5	6	5	4	5	5	6	5	6	5	4	3,82			
5	75	10	8	9	8	9	8	8	8	8	8	8	9	9	9	8	8,58	5	75	10	7	8	9	8	7	8	8	8	8	8	7	7	8	7	8	8,32			
6	75	15	5	4	5	4	5	6	5	6	5	5	5	6	5	4	3,55	6	75	15	6	7	5	6	4	5	6	3	4	5	6	7	6	5	6	6,12			
7	85	5	5	6	5	4	5	6	5	6	5	4	5	4	5	5	3,30	7	85	5	7	4	5	3	6	7	6	4	5	5	6	4	3	4	5	4,00			
8	85	10	8	7	7	6	7	8	7	6	7	8	7	6	7	8	6,35	8	85	10	7	8	6	7	8	7	6	7	5	7	6	7	6	7	8	6,58			
9	85	15	5	5	5	5	6	7	6	5	4	5	4	5	6	5	3,28	9	85	15	6	5	6	5	6	6	7	6	5	4	5	6	5	6	6	3,63			

Consistencia																Todas las medias de todos los atributos sensoriales													
Tto	°C	min	JUECES															Media	Tto	A: X1 °C	B: X2: min	Color	Olor	Sabor	Consistencia	Apariencia			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15												
1	65	5	3	2	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	4	5	4	3	2,25	1	65	5	3,37	3,83	4,40	2,25	3,72
2	65	10	8	7	6	7	6	7	8	7	7	7	7	8	7	8	7	8	7	8	5,77	2	65	10	7,83	6,90	7,03	5,77	5,43
3	65	15	6	5	4	5	4	4	4	3	3	4	3	2	3	4	5	2,95	3	65	15	4,38	3,23	3,37	2,95	3,38			
4	75	5	3	3	3	4	5	4	5	5	5	4	3	4	3	4	5	6,12	4	75	5	3,83	4,23	5,13	6,12	3,82			
5	75	10	9	8	7	8	7	8	9	8	7	8	8	9	8	7	7	8,42	5	75	10	8,70	8,40	8,58	8,42	8,32			
6	75	15	5	4	5	4	3	4	3	4	5	5	5	4	3	4	3	4,75	6	75	15	2,95	4,68	3,55	4,75	6,12			
7	85	5	4	5	3	3	3	4	3	4	4	5	5	4	3	4	5	5,45	7	85	5	3,15	3,62	3,30	5,45	4,00			
8	85	10	6	7	6	7	7	7	8	7	7	6	7	8	7	7	6,17	8	85	10	7,33	6,65	6,35	6,17	6,58				
9	85	15	5	4	3	4	4	5	5	4	3	4	5	4	3	4	5	3,13	9	85	15	3,45	3,45	3,28	3,13	3,63			

Anexo 30. Análisis estadístico del atributo sensorial color

Pruebas de efectos Inter sujetos

Variable dependiente: Atributo de Color

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	42,679 ^a	8	5,335	15,015	,000
Intersección	466,855	1	466,855	1313,994	,000
Temperatura	1,125	2	,562	1,583	,258
Tiempo	39,146	2	19,573	55,090	,000
Temperatura * Tiempo	2,408	4	,602	1,694	,235
Error	3,198	9	,355		
Total	512,732	18			
Total corregido	45,877	17			

a. R al cuadrado = ,930 (R al cuadrado ajustada = ,868)

b. Se ha calculado utilizando Alpha = ,05

Anexo 31. Análisis estadístico del atributo sensorial olor

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: Atributo de Olor					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	11,205 ^a	8	1,401	21,788	,000
Intersección	696,018	1	696,018	10827,348	,000
Temperatura	1,256	2	,628	9,768	,006
Tiempo	9,674	2	4,837	75,243	,000
Temperatura * Tiempo	,275	4	,069	1,071	,425
Error	,579	9	,064		
Total	707,802	18			
Total corregido	11,783	17			

a. R al cuadrado = ,951 (R al cuadrado ajustada = ,907)

b. Se ha calculado utilizando Alpha = ,05

Anexo 32. Análisis estadístico del atributo sensorial sabor

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: Atributo de Sabor					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	32,942 ^a	8	4,118	26,118	,000
Intersección	594,090	1	594,090	3768,148	,000
Temperatura	,584	2	,292	1,851	,212
Tiempo	31,376	2	15,688	99,505	,000
Temperatura * Tiempo	,983	4	,246	1,558	,266
Error	1,419	9	,158		
Total	628,452	18			
Total corregido	34,361	17			

a. R al cuadrado = ,959 (R al cuadrado ajustada = ,922)

b. Se ha calculado utilizando Alpha = ,05

Anexo 33. Análisis estadístico del atributo sensorial consistencia

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: Atributo de Consistencia					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	40,561 ^a	8	5,070	23,323	,000
Intersección	498,438	1	498,438	2292,839	,000
Temperatura	1,406	2	,703	3,234	,087
Tiempo	38,544	2	19,272	88,652	,000
Temperatura * Tiempo	,611	4	,153	,703	,610
Error	1,957	9	,217		
Total	540,955	18			
Total corregido	42,517	17			

Anexo 34. Análisis estadístico del atributo sensorial apariencia

Pruebas de efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: Atributo de Apariencia					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	17,127 ^a	8	2,141	23,071	,000
Intersección	604,708	1	604,708	6516,643	,000
Temperatura	,334	2	,167	1,798	,220
Tiempo	16,124	2	8,062	86,883	,000
Temperatura * Tiempo	,669	4	,167	1,801	,213
Error	,835	9	,093		
Total	622,670	18			
Total corregido	17,962	17			

a. R al cuadrado = ,954 (R al cuadrado ajustada = ,912)

b. Se ha calculado utilizando Alpha = $\hat{\alpha}$
,05

Anexo 35. Evidencia del análisis sensorial realizado



Anexo 36. Bebida comercial de avena (Marca Laive)

Carbohidratos: Fenol - Sulfúrico. A.O.A.C. (1981)	Cenizas: Método Soxhlet A.O.A.C. (1981)																																																
 <p>Ingredientes: harina de avena, estabilizadores (SIN 407, SIN 412 y SIN 471), saborizantes, vitaminas (A, B2, B3, B9, B12, C y D3) y minerales (Magnesio y Zinc), reguladores de acidez (SIN 331(iii), SIN 339(ii), SIN 339(iii) y SIN 452(i)), canela, edulcorantes (SIN 955 y Stevia [SIN 960a]) y enzima lactasa. *Siendo leche parcialmente descremada: leche cruda, recombinaada y/o reconstituida.</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Porción</th> <th>100 ml</th> <th>250 ml</th> <th>% VRO**</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Calorías</td> <td>54 kcal</td> <td>135 kcal</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Calorías de la Grasa</td> <td>19 kcal</td> <td>47 kcal</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Grasa Total</td> <td>2 g</td> <td>5 g</td> <td>7%</td> </tr> <tr> <td>Grasas Saturadas</td> <td>1 g</td> <td>3 g</td> <td>16%</td> </tr> <tr> <td>Grasas Trans</td> <td>0 g</td> <td>0 g</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sodio</td> <td>49 mg</td> <td>123 mg</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td>Carbohidratos</td> <td>5.9 g</td> <td>14.8 g</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Azúcares Totales</td> <td>4.5 g</td> <td>11.3 g</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Azúcares Añadidos</td> <td>0 g</td> <td>0 g</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Lactosa***</td> <td>ND</td> <td>ND</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Proteína</td> <td>3 g</td> <td>7 g</td> <td>15%</td> </tr> </tbody> </table>	Porción	100 ml	250 ml	% VRO**	Calorías	54 kcal	135 kcal		Calorías de la Grasa	19 kcal	47 kcal		Grasa Total	2 g	5 g	7%	Grasas Saturadas	1 g	3 g	16%	Grasas Trans	0 g	0 g		Sodio	49 mg	123 mg	6%	Carbohidratos	5.9 g	14.8 g	5%	Azúcares Totales	4.5 g	11.3 g		Azúcares Añadidos	0 g	0 g		Lactosa***	ND	ND		Proteína	3 g	7 g	15%	  <p>LAIVE Deli Avena</p> <p>SIN LACTOSA SIN AZÚCAR AÑADIDO</p> <p>FUENTE DE PROTEÍNAS, VITAMINAS Y MINERALES</p> <p>AGITAR ANTES DE CONSUMIR</p> <p>Ingredientes: Leche parcialmente descremada*, harina de avena, estabilizadores (SIN 407, SIN 412 y SIN 471), saborizantes, vitaminas (A, B2, B3, B9, B12, C y D3) y minerales (Magnesio y Zinc), reguladores de acidez (SIN 331(iii), SIN 339(ii), SIN 339(iii) y SIN 452(i)), canela, edulcorantes (SIN 955 y Stevia [SIN 960a]) y enzima lactasa. *Siendo leche parcialmente descremada: leche cruda, recombinaada y/o reconstituida.</p> <p>LAIVE S.A. Av. Nicolás de Piérola 601, Fud. La Gravela - Miraflores - Lima - Perú. R.U.C. 2010009450 RSA 0001120N MALISA Producto Peruano.</p> <p>Servicio de Atención al Consumidor (SAC) 0800-1-5248 www.laive.pe</p> <p>Agitar antes de consumir. Listo para consumir. Mantener en un lugar fresco y seco. Refrigerar después de abrir. Este producto no sustituye a la leche materna. Verificar la presencia de coágulo en la superficie al ser consumido. Elaborado en instalaciones donde también se procesan productos a base de soya, almendra y coco.</p> <p>7 750151 007030</p>
Porción	100 ml	250 ml	% VRO**																																														
Calorías	54 kcal	135 kcal																																															
Calorías de la Grasa	19 kcal	47 kcal																																															
Grasa Total	2 g	5 g	7%																																														
Grasas Saturadas	1 g	3 g	16%																																														
Grasas Trans	0 g	0 g																																															
Sodio	49 mg	123 mg	6%																																														
Carbohidratos	5.9 g	14.8 g	5%																																														
Azúcares Totales	4.5 g	11.3 g																																															
Azúcares Añadidos	0 g	0 g																																															
Lactosa***	ND	ND																																															
Proteína	3 g	7 g	15%																																														

Anexo 37.Ficha de evaluación del análisis sensorial

Nombre y apellidos: _____		
Edad: _____	Género: _____	Participante N° _____

Marque con una X la puntuación que considere más acorde con el atributo evaluado

Interpretación de la Escala

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Me disgusta muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta poco	Me disgusta	Neutral	Me gusta	Me gusta poco	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo

Prueba de Aceptación

Atributo: Apariencia	Escala de medición									Atributo: Color	Escala de medición								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		N° Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8
1-Muestra #2										1-Muestra #2									
2-Muestra #18										2-Muestra #18									
3-Muestra #24										3-Muestra #24									
4-Muestra #60										4-Muestra #60									
5-Muestra #71										5-Muestra #71									
6-Muestra #82										6-Muestra #82									
7-Muestra #97										7-Muestra #97									
8-Muestra #109										8-Muestra #109									
9-Muestra #123										9-Muestra #123									
10-Muestra #136										10-Muestra #136									
11-Muestra #148										11-Muestra #148									
12-Muestra #159										12-Muestra #159									
13-Muestra #163										13-Muestra #163									
14-Muestra #175										14-Muestra #175									
15-Muestra #180										15-Muestra #180									
16-Muestra #194										16-Muestra #194									
17-Muestra #203										17-Muestra #203									
18-Muestra #238										18-Muestra #238									

Nota: NTP ISO 4121 (2003)

Anexo 38. Resultados de laboratorio de los análisis microbiológicos

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA-MICROBIOLOGÍA

INFORME DE ENSAYO MICROBIOLÓGICO DE "BEBIDA DE AVENA"

I. DATOS DEL SOLICITANTE

Usuario / Emp. : JOHANA ORIANA MAMANI COLQUEHUANCA
Dirección :

II. DATOS DEL MUESTREO

Distrito : Tacna
Provincia / Dpto. : Tacna/ Tacna
Fecha y Hora : Lunes, 04 de diciembre del 2023 - 8: 25 a. m.
Lugar de muestreo :

III. PERSONA QUE REALIZÓ LOS ANÁLISIS

Dr. Mblgo. César Julio Caceda Quiroz
Jefe del laboratorio de Microbiología – U.N.J.B.G., Facultad de Ciencias - Tacna

IV. DATOS DE LA MUESTRA


Muestra:

El día 04 de diciembre del presente año trajeron al Laboratorio de Microbiología, de la Facultad de Ciencias, de la UNJBG tres (03) muestras de "Bebida de avena", en botellas de vidrio, más o menos 200 ml de la muestra en cada botella:

Muestra 1 (M-1): Muestra calentada a 65 °C., por diez (10) minutos.

Muestra 2 (M-2): Muestra calentada a 75 °C., por diez (10) minutos.

Muestra 3 (M-3): Muestra calentada a 85 °C., por diez (10) minutos.


DR. CESAR JULIO CACEDA QUIROZ
BIÓLOGO MICROBIÓLOGO
C.B.P. 1994

Ciudad Universitaria Av. Miraflores s/n – Tacna. Apartado 316 Teléfono (052)-58 3000 Anexo: 2102 e-mail: esbi@unjbg.edu.pe

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA-MICROBIOLOGÍA

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS SOLICITADO:


Para las tres (03) muestras (M-1, M-2 y M-3) se solicitaron los siguientes análisis:

- Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables
- Enumeración de mohos y levaduras
- Recuento de coliformes totales
- Recuento de coliformes termotolerantes

Los procedimientos del análisis microbiológico se realizaron según la I.C.M.S.F. 2000: Microorganismos de los Alimentos. Vol. I. Su significado y métodos de enumeración. 2ª. Edición. Editorial Acribia, S.A. – Zaragoza (España).

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS OBTENIDOS

BEBIDA DE AVENA	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	RESULTADOS	REQUISITO* MICROBIOLÓGICO
M - 1	Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables	10 ³ ufc/ml	10 ² ufc/ml
	Enumeración de mohos y levaduras	30 ³ ufc/ml	10 ufc/ml
	Recuento de coliformes totales	< 3 gérmes/ml (ausencia)	< 3 gérmes/ml
	Recuento de coliformes termotolerantes	< 3 gérmes/ml (ausencia)	< 3 gérmes/ml



DR. CESAR JULIO CACEDA QUIROZ
BIÓLOGO MICROBIÓLOGO
C.B.P. 1994

Ciudad Universitaria Av. Miraflores s/n – Tacna. Apartado 316 Teléfono (052)-58 3000 Anexo: 2102 e-mail: esbi@unjbg.edu.pe

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA-MICROBIOLOGÍA

BEBIDA DE AVENA	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	RESULTADOS	REQUISITO* MICROBIOLÓGICO
M-2	Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables	< 10 ¹ ufc/ml (ausencia)	10 ² ufc/ml
	Enumeración de mohos y levaduras	< 10 ¹ ufc/ml (ausencia)	10 ufc/ml
	Recuento de coliformes totales	< 3 gérmes/ml (ausencia)	< 3 gérmes/ml
	Recuento de coliformes termotolerantes	< 3 gérmes/ml (ausencia)	< 3 gérmes/ml

BEBIDA DE AVENA	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO	RESULTADOS	REQUISITO* MICROBIOLÓGICO
M-3	Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables	< 10 ¹ ufc/ml (ausencia)	10 ² ufc/ml
	Enumeración de mohos y levaduras	< 10 ¹ ufc/ml (ausencia)	10 ufc/ml
	Recuento de coliformes totales	< 3 gérmes/ml (ausencia)	< 3 gérmes/ml
	Recuento de coliformes termotolerantes	< 3 gérmes/ml (ausencia)	< 3 gérmes/ml


DR. CESAR JULIO CACEDA QUIROZ
BIÓLOGO MICROBIÓLOGO
C.B.P. 1994

Ciudad Universitaria Av. Miraflores s/n – Tacna. Apartado 316 Teléfono (052)-58 3000 Anexo: 2102 e-mail: esbi@unjbg.edu.pe


UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA-MICROBIOLOGÍA

* Los requisitos microbiológicos se obtuvieron de la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Ítem XVII.2: Bebidas no carbonatadas, según Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA, del 27 de agosto, 2008.

VII. CONCLUSIÓN DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS:

De las 03 muestras analizadas, las muestras M-2 y M3 si cumplen con los criterios microbiológicos para este alimento; la muestra M-1 no cumple con los criterios microbiológicos para el Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables, ni para la enumeración de mohos y levaduras.

Tacna, 11 de diciembre del 2023


DR. CESAR JULIO CACEDA QUIROZ
BIÓLOGO MICROBIÓLOGO
C.B.P. 1994

Ciudad Universitaria Av. Miraflores s/n – Tacna. Apartado 316 Teléfono (052)-58 3000 Anexo: 2102 e-mail: esbi@unjbg.edu.pe