



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**INFLUENCIA DE LA CLARIFICACIÓN Y PASTEURIZACIÓN EN
LA CALIDAD DE UNA BEBIDA FERMENTADA A BASE DE
QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) Y SU DETERMINACIÓN DE
VIDA EN ANAQUEL**

TESIS

PRESENTADA POR:

**LUZ HERMINIA VELASQUEZ VELASQUEZ
YAQUELINE DORIS VELASQUEZ VELASQUEZ**

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

**PUNO – PERÚ
2018**



DEDICATORIA

A Dios, por su infinito amor y perdón; a nuestros padres (Alipio Velasquez y Margarita Velasquez), quienes nos dieron la vida y su apoyo incondicional a lo largo de nuestro camino, en especial por su exigencia y apoyo constante para la culminación del presente proyecto de investigación, siendo este de importancia para nosotras abriéndonos camino profesionalmente y sin duda la mejor herencia que podríamos recibir de ellos.

A nuestros hermanos (Aldo, Rromel, Carlos) por sus palabras de aliento y su preocupación constante, considerando siempre la familia es lo más importante; a nuestros amigos por la compañía y apoyo en los buenos y malos momentos; y a todos y todas aquellas personas que tienen la voluntad para salir adelante y confrontar la vida.



AGRADECIMIENTOS

- Primero expresar nuestro agradecimiento a la Universidad Nacional del Altiplano -PUNO, Facultad de Ciencias Agrarias, por su esmero en crecer cada vez más, apuntando a ser una mejor Universidad, formando cada día mejores profesionales; a la plana docente de la Escuela Profesional De Ingeniería Agroindustrial, por brindarnos las enseñanzas y haber impulsado nuestra formación profesional.
- Un agradecimiento especial al Ing. Víctor Choquehuanca Cáceres, docente de la Escuela profesional de ingeniería Agroindustrial, por habernos guiado, enseñado pacientemente y por su ayuda invaluable, durante la culminación de este trabajo de investigación, asimismo a nuestros jurados: Dr. Alejandro Coloma Paxi, Dr. Ulises Alvarado Mamani e Ing. Juan Quispe Ccama, por su disposición de tiempo durante la revisión y corrección del presente.
- También queremos Agradecer al Ing. Jorge Canihua Rojas, jefe de laboratorio del centro Experimental INIA y al Ing. Juan Ramón Calsin Turpo, por su asesoría y apoyo. Finalmente, a todos aquellos que contribuyeron en la culminación de este trabajo de investigación.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN	11
ABSTRACT.....	12
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. REVISIÓN DE LITERATURA	15
2.1. QUINUA (CHENOPODIUM QUINOA WILLD.)	15
2.1.1. Generalidades.....	15
2.1.2. Variedades	16
2.1.3. Composición y valor nutritivo del grano de quinua	18
2.1.4. Formas de consumo de la quinua.....	19
2.2. FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA.....	21
2.2.1. Generalidades.....	21
2.2.2. Definición	22
2.2.3. Bebidas fermentadas	23
2.2.4. Fermentación en la chicha de quinua.....	24
2.2.5. Influencia de la temperatura en la fermentación.....	25
2.3. CLARIFICACIÓN.....	25
2.3.1. Fases de la clarificación	26
2.3.2. Hidrólisis enzimática en la clarificación.....	26
2.3.3. Enzimas como clarificantes en la industria de alimentos	27
2.3.4. Estabilización de la clarificación enzimática por calor	29
2.4. PASTEURIZACIÓN	29
2.4.1. Definición	29
2.4.2. Tipos de pasteurización	32
2.4.3. Pasteurización de alimentos envasados	33



2.4.4. Efecto de la pasteurización sobre los alimentos	33
2.4.5. Pasteurización del mosto	35
2.5. IMPORTANCIA DE LA LETALIDAD SOBRE LOS MICROORGANISMOS	35
2.5.1. Termorresistencia microbiana.....	35
2.5.2. Tiempo de proceso.....	37
2.6. VIDA DE ANAQUEL	44
2.6.1. Análisis de la vida útil	45
2.6.2. Predicción de vida útil	46
III. MATERIALES Y MÉTODOS	48
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	48
3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS	48
3.2.1. Materia prima.....	48
3.2.2. Insumos	48
3.3. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS.....	48
3.3.1. Materiales de laboratorio	48
3.3.2. Otros materiales	49
3.3.3. Equipos	49
3.3.4. Reactivos.....	50
3.3.5. Medio de cultivo, enzimas	50
3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	50
3.4.1. Descripción del proceso.....	52
3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS	55
3.5.1. Determinación de análisis proximal de la bebida fermentada, clarificada y pasteurizada.....	55
3.5.2. Determinación de acidez titulable.....	57
3.5.3. Determinación de pH	57
3.5.4. Determinación de los sólidos solubles.....	58
3.5.5. Determinación de la turbiedad	58
3.5.6. Determinación del grado alcohólico	58
3.5.7. Determinación de color.....	58
3.5.8. Determinación de viscosidad	59
3.5.9. Análisis microbiológico	60



3.5.10. Análisis sensorial	60
3.5.11. Determinación de vida en anaquel.....	61
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	61
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	67
4.1. FERMENTACIÓN DE LAS BEBIDAS DE QUINUA	67
4.1.1. °Brix.....	67
4.1.2. pH.....	69
4.2. CLARIFICACIÓN DE LAS BEBIDAS FERMENTADAS DE QUINUA	71
4.2.1. Turbiedad.....	71
4.3. PASTEURIZACIÓN DE LA BEBIDA FERMENTADA Y CLARIFICADA....	73
4.4. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO A LA BEBIDA FERMENTADA CLARIFICADA Y PASTEURIZADA.	77
4.4.1. Análisis proximal.....	77
4.4.2. Grado alcohólico.....	79
4.4.3. Viscosidad.....	81
4.4.4. Color	82
4.4.5. Análisis microbiológico	84
V. CONCLUSIONES.....	97
VI. RECOMENDACIONES	98
VII. REFERENCIAS.....	99
ANEXOS.....	109

Área : Ingeniería y Alimentos

Tema : Desarrollo de Procesos y Productos Agroindustriales Sostenibles y Eficientes.

FECHA DE SUSTENTACION 31 DE DICIEMBRE DEL 2018



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Granos de quinua Variedad Blanca de Juli	17
Figura 2. Granos de quinua Variedad Pasankalla	17
Figura 3. Elaboración de una bebida fermentada, clarificada y pasteurizada a base de quinua (Elaboración propia).	21
Figura 5. Representación gráfica del tiempo de reducción decimal.	38
Figura 6. Representación gráfica del parámetro Z.....	39
Figura 7. Influencia de la temperatura sobre el tiempo de reducción decimal.	40
Figura 8. Penetración del calor en el interior de una lata por calentamiento conductivo.	41
Figura 9. Regla de Simpson.....	43
Figura 10. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de bebida fermentada, clarificada y pasteurizada de quinua.	51
Figura 11. Escala cromática L, a, b (Telmo, 2017).	59
Figura 12. Comportamiento de °Brix durante la fermentación	68
Figura 13. Comportamiento del pH durante la fermentación	70
Figura 14. Valores de turbiedad de las bebidas fermentadas clarificadas	72
Figura 15. Curva de letalidad por ENZIMAS de los tratamientos con P1 a 80°C, para ambas variedades de quinua.....	74
Figura 16. Curva de letalidad por ENZIMAS de los tratamientos con P2 a 80°C, para ambas variedades de quinua.....	75
Figura 17. Valores de Viscosidad de las bebidas fermentadas, clarificadas y pasteurizadas.	81
Figura 18. Resultados del análisis sensorial con respecto al olor de las bebidas fermentadas, clarificadas y pasteurizadas.	87
Figura 19. Resultados del análisis sensorial con respecto al sabor de las bebidas fermentadas, clarificadas y pasteurizadas.	88
Figura 20. Resultados del análisis sensorial con respecto a la apariencia en general de las bebidas fermentadas, clarificadas y pasteurizadas.	89
Figura 21. Estabilidad con respecto a los °BRIX de la bebida fermentada, clarificada y pasteurizada de quinua variedad Blanca de Juli.	90



Figura 22. Estabilidad con respecto a los °BRIX de la bebida fermentada, clarificada y pasteurizada de quinua variedad Pasankalla.	91
Figura 23. Estabilidad con respecto al pH de la bebida fermentada, clarificada y pasteurizada de quinua variedad Blanca de Juli	92
Figura 24. Estabilidad con respecto al pH de la bebida fermentada, clarificada y pasteurizada de quinua variedad Pasankalla	92
Figura 25. Estabilidad con respecto a la acidez de la bebida fermentada, clarificada y pasteurizada de quinua variedad Blanca de Juli.	93
Figura 26. Estabilidad con respecto a la acidez de la bebida fermentada, clarificada y pasteurizada de quinua variedad Pasankalla.	94



INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Composición proximal de la quinua según diferentes autores.....	19
Tabla 2.	Composición proximal de la variedad Blanca de Juli y Pasankalla.....	19
Tabla 3.	Objetivo de la pasteurización de algunos alimentos	31
Tabla 4.	Principales efectos del tratamiento térmico sobre los nutrientes	34
Tabla 5.	Termorresistencia de algunas bacterias esporuladas.....	36
Tabla 6.	Tratamientos evaluados para determinar °Brix y pH.....	62
Tabla 7.	Tratamientos evaluados para determinar Turbiedad.....	63
Tabla 8.	Tratamientos evaluados para determinar tiempo de proceso	64
Tabla 9.	Tratamientos evaluados para determinar análisis proximal, grado alcohólico, y análisis microbiológico.	65
Tabla 10.	Tratamientos evaluados para determinar viscosidad, color y vida en anaquel.	66
Tabla 11.	Análisis proximal de las bebidas fermentadas, clarificadas y pasteurizadas para ambas variedades de quinua.....	77
Tabla 12.	Grado de alcohol (°G.L) de las bebidas fermentadas, clarificadas y pasteurizadas por variedades.....	79
Tabla 13.	Resultado de color de las bebidas fermentadas, clarificadas y pasteurizadas por variedades.	83
Tabla 14	Resultado del análisis microbiológico de las bebidas fermentadas, clarificadas y pasteurizadas por variedades.	85
Tabla 15.	Resultado de la predicción de vida en anaquel de las bebidas fermentadas, clarificadas y pasteurizadas, según el valor de acidez.	95



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

%	: Porcentaje
a	: Tendencia al rojo (si es positivo) y al verde (si es negativo)
ANVA	: Análisis de Varianza
b*	: Tendencia al amarillo (si es positivo) y al azul (si es negativo)
C*	: Croma
Cm	: Centímetros
Cp	: Centipoints
D	: Tiempo de reducción decimal
DT	: Tiempo de muerte térmica
E1	: Rohavin Clear
E2	: Rohalase Bx.
E3	: Rohament Cl.
F ₀	: Tiempo térmico letal
g	: Gramo
LSD	: Diferencia Mínima Significativa
L	: Litros
mm	: Milímetros
NTU	: Unidad Nefelométrica de Turbidez
P1	: 3 min
P2	: 5 min
t	: Tonelada
Z	: Grado de temperatura que hace que el tiempo de reducción decimal disminuya a la décima parte



RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo, evaluar la influencia de la clarificación y pasteurización en la calidad de una bebida fermentada a base de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y determinar su vida en anaquel. Para lo cual se obtuvo bebidas fermentadas, a partir de las variedades Blanca de Juli y Pasankalla, donde se evaluó la variación de pH y grados brix, durante 48 horas de fermentación. Seguidamente se realizó la clarificación en ambas bebidas, adicionando tres complejos enzimáticos: Rohavin Clear (E1), Rohalase Bx (E2) y Rohament Cl (E3), midiendo los valores de turbiedad con la ayuda de un turbidímetro digital. Para la pasteurización a 80°C, por 3 min (P1) y 5 min (P2), se envasó las bebidas en botellas de 330 ml, obteniéndose 6 tratamientos para cada variedad (E1P1, E1P2, E2P1, E2P2, E3P1, E3P2), determinando así la letalidad y tiempo de proceso, para lo cual se utilizó el método general y la integración numérica de Simpson, tomando como referencia el valor z de las levaduras. Posteriormente se determinó la vida útil de las bebidas por el método de cinética de las reacciones químicas en función de la acidez. En cuanto a los resultados obtenidos, se obtuvo bebidas fermentadas con 8.6 °Brix y 3.6 pH en promedio y en la etapa de clarificación, las bebidas con tratamiento redujeron sus niveles de turbiedad, siendo el complejo enzimático Rohalase Bx el más efectivo con 345NTU, en Blanca de Juli. En cuanto al tiempo de proceso de Pasteurización con P1, se llegó a 37 min, mientras que con P2 a 40 min, para los tratamientos con enzimas en ambas variedades de quinua. Con respecto a los análisis microbiológicos aplicados, la carga microbiana se redujo a valores aceptables en cuanto a aerobios mesófilos y levaduras. En los análisis fisicoquímicos, las muestras fueron comparadas con la muestra testigo, encontrándose que todos los tratamientos redujeron mínimamente sus valores. La mayor aceptación se obtuvo de las bebidas de variedad Blanca de Juli, olor: E3P1, sabor: E3P2, apariencia general: E1P1. Finalmente, la mayor vida en anaquel fue del tratamiento E1P2 Pasankalla, alcanzando 254 días. La investigación muestra que las variedades de quinua y las enzimas utilizadas influyeron en la clarificación y pasteurización de las bebidas fermentadas, obteniéndose productos aceptables.

Palabras Clave: Bebida fermentada, quinua, clarificación, pasteurización, vida en anaquel.



ABSTRACT

The present research work was aimed at evaluate the influence of clarification and pasteurization on the quality of a fermented beverage based on quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and determine its shelf life. For which two fermented beverages are obtained, from the Blanca de Juli and Pasankalla varieties, where the variation of pH and brix grades is evaluated, during 48 hours of fermentation. Then the clarification was carried out in both drinks, adding three enzyme complexes: Rohavin Clear (E1), Rohalase Bx (E2) and Rohament Cl (E3), measuring turbidity values with the help of a digital turbidimeter. For pasteurization at 80 ° C, for 3 min (P1) and 5 min (P2), drinks were packaged in 330 ml bottles, obtaining 6 treatments for each variety (E1P1, E1P2, E2P1, E2P2, E3P1, E3P2) , thus determining lethality and process time, for which the general method and numerical integration of Simpson is specified, taking as reference the z-value of yeasts. Subsequently, the shelf life of beverages is determined by the method of kinetics of chemical reactions based on acidity. As for the results obtained, obtain fermented beverages with 8.6 ° Brix and 3.6 pH on average and at the clarification stage, the drinks with treatment reduced their turbidity levels, the Rohalase Bx enzyme complex being the most effective with 345NTU, in Blanca from Juli. Regarding the time of the Pasteurization process with P1, it reached 37 min, while with P2 at 40 min, for enzyme treatments in both varieties of quinoa. With respect to the microbiological analyzes applied, the microbial load is reduced to acceptable values in terms of aerobic mesophiles and yeasts. In the physicochemical analyzes, the samples were compared with the control sample, finding that all treatments minimally reduced their values. The greatest acceptance is obtained from the drinks of Blanca de Juli variety, smell: E3P1, taste: E3P2, general appearance: E1P1. Finally, the longest shelf life was from Juli's White E1P2 treatment, reaching 254 days. Research shows that quinoa varieties and enzymes used influence the clarification and pasteurization of fermented beverages, obtaining acceptable products.

Key words: Fermented drink, quinoa, clarification, pasteurization, useful lifetime.



I. INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un grano que actualmente ha tomado fuerza en el mercado nacional y mundial, entre productores, procesadores, intermediarios y consumidores. Las razones son variadas, tanto para consumidores como para productores, debido a su sabor agradable, riqueza nutricional, riqueza cultural, adaptación al cambio climático, seguridad alimentaria y diversidad de formas de consumo (Pefaur, 2018). El consumo de quinua tiene diversos usos, incluso se fermenta para obtener cerveza o chicha, bebida tradicional de los Andes (Maurer, 2015).

Según un estudio de la fundación de investigaciones sociales A.C. (2000), en el Perú y muchos países de Sudamérica las bebidas fermentadas a base de diferentes productos son ampliamente consumidas, constituyéndose un mercado potencial de consumo, además, en el mercado peruano existen diferentes tipos de bebidas moderadas (bebidas procesadas) que son de fácil adquisición al consumidor. Lo que no sucede con la bebida fermentada a base de quinua o comúnmente llamada “chicha de quinua”, debido a que la mayor parte de su producción sigue siendo artesanal, además de que la bebida tiene un tiempo corto de vida útil después de la fermentación, por lo general son 3 a 4 días en los cuales aún mantiene sus características organolépticas propias de la bebida, pasado ese tiempo el producto se acidifica y comienza una proliferación de otros microorganismos, esto ha provocado el desplazamiento de esta bebida.

Además, al no existir un adecuado control de calidad durante su elaboración, puede traer problemas higiénicos y toxicológicos, y por ende representa un riesgo en la transmisión de enfermedades por alimentos, según lo descrito en el Manual de manipulación de los alimentos. Así también en la actualidad no existe una norma técnica para la elaboración de esta bebida, por lo que resulta difícil establecer parámetros óptimos de elaboración, debiéndose estudiar y estandarizar las etapas de su elaboración, para asegurar la calidad en el procesamiento.

Por otro lado, Parra (2010), menciona que para detener la fermentación es necesario destruir las bacterias responsables de la misma, como son el lactobacillus que durante la transformación participa en la formación del sabor y aroma, confiriendo propiedades organolépticas y reológicas deseables, por lo que serán sometidas a un tratamiento térmico ya que según Fellows (2000), al aplicar temperaturas inferiores a 100°C sobre los



alimentos, se lograría alargar su vida útil. Asimismo, los fines que se persiguen con la clarificación enzimática son, en un principio, acelerar la eliminación de materias que enturbian soluto, puesto que el procedimiento más rápido que el de sedimentación, consiste en añadir unos productos clarificantes (enzimas), capaces de coagularse en él y de producir grumos. La formación de los grumos y su posterior sedimentación arrastran las diferentes partículas causantes del enturbiamiento, con la clarificación además, se busca obtener un producto menos turbio y más claro, contribuyendo a su estabilización, y con la pasteurización a 80°C se busca la reducción de la población de microorganismos presentes, con el fin de obtener un producto inocuo y de mayor vida útil, sin alterar las características propias de la bebida, de esta manera contribuir con su desarrollo, con miras a su próxima comercialización en el mercado.

Teniendo en cuenta todo lo mencionado, el presente estudio se llevó a cabo con la finalidad de evaluar la influencia de la clarificación y la pasteurización, sobre la calidad de una bebida fermentada a partir de dos variedades de quinua, planteándose los siguientes objetivos:

1. Evaluar la fermentación por 48 horas de las bebidas elaboradas a partir de dos variedades de quinua Blanca de Juli y Pasankalla, controlando la variación de grados Brix y pH.
2. Evaluar la influencia del uso de complejos enzimáticos sobre la turbiedad de la bebida fermentada con ambas variedades de quinua.
3. Evaluar el tiempo de proceso de pasteurización de la bebida fermentada y clarificada con cada complejo enzimático.
4. Realizar un análisis proximal, grado alcohólico, viscosidad, color, microbiológico y sensorial a la bebida fermentada clarificada y pasteurizada, en ambas variedades de quinua.
5. Determinar el tiempo de vida en anaquel de las bebidas fermentadas, clarificadas y pasteurizadas, para ambas variedades de quinua.



II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.)

2.1.1. Generalidades

El grano de quinua pertenece a la familia Chenopodiaceae. Antiguamente fue denominado “pseudocereal”, ya que no pertenece a la familia de las gramíneas, pero debido a su alto contenido de carbohidratos, principalmente de almidón, hace que se emplee como un cereal (Tapia, 2007).

La quinua es originaria de los Andes, posee una gran diversidad genética, además es una excelente fuente de proteínas y aminoácidos como la metionina, fenilalanina, treonina, triftófano y valina, contiene casi el doble de lisina a comparación de otros granos y cereales. Además, posee vitaminas del complejo B, vitaminas C y E, tiamina, riboflavina y un alto contenido de potasio y fósforo, según lo mencionado por Reynoso (2016). Cabe resaltar que normalmente su grasa y proteína son más altas que las de otros cereales (Romo *et al.*, 2006).

Por otra parte, desde hace unos años la demanda de quinua ha aumentado sustancialmente en el mercado extranjero, de acuerdo a los datos provistos por la FAO (2016), los principales países productores son Perú y Bolivia, siendo Perú el primer productor de quinua seguido de Bolivia, el mismo que ha presentado una tendencia creciente respecto al aumento de su producción. Por lo tanto, existe la necesidad de intensificar en forma sostenible la producción de este cultivo para contribuir a la seguridad alimentaria del país.

2.1.1.1. Descripción Botánica

Según la FAO (2011), la clasificación botánica es:

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Subclase: *Caryophyllidae*

Orden: *Caryophyllales*

Familia: *Chenopodiaceae*

Género: *Chenopodium*

Especie: *Chenopodium quinoa* Willd



2.1.2. Variedades

En la actualidad existe gran cantidad de variedades y cultivares utilizados comercialmente, pertenecientes al Perú, Bolivia, Ecuador, Argentina, Colombia, entre otros países. Sin embargo, en la región andina existe la mayor diversidad genética de quinua, tanto silvestre como cultivada. En el Perú se obtuvieron las siguientes variedades: Amarilla Maranganí, Kancolla, Blanca de Juli, Cheweca, Witulla, Salcedo-INIA, Illpa-INIA, Quillahuaman-INIA, Pasankalla, Camacani I, Camacani II, Huariponcho, Chullpi, Roja de Coporaque, Ayacuchana-INIA, Huancayo, Hualhuas, Mantaro, Huacataz, Huacariz, Rosada de Yanamango, Namora, Tahuaco, Yocará, Wilacayuni, Pacus, Rosada de Junín, Blanca de Junín, Acostambo, Blanca Ayacuchana, entre otras (Mujica *et al.*, 2004).

Para la elaboración de una bebida fermentada de quinua, generalmente se utiliza la variedad Blanca de Juli, debido a su gran rendimiento y potencialidad, además su color que hace que la bebida sea más agradable a la vista del consumidor. Sin embargo, existen otras variedades como la Pasankalla, que posee cualidades nutritivas superiores a la variedad en mención, siendo una excelente alternativa para la elaboración de una bebida fermentada con mejores características nutritivas para el consumidor. Además, Reynoso (2016), sostiene que la agroindustria cada vez está más sensible al uso de variedades específicas (variedades para harina, pastas, etc.). Esta demanda, que en el futuro puede ser creciente, resultaría la fuente para una demanda de semillas destinadas a determinados productos.

2.1.2.1. Blanca de Juli

Mujica (1997), menciona que la quinua de variedad Blanca de Juli, resalta primordialmente por su buen rendimiento, además describe al grano de color blanco, muy pequeño, casi dulce y de muy poca saponina soluble, indica que su procedencia es de Juli (Puno), es una de las principales variedades de quinua producidas en la región. Así también el INIA (2013), destaca su buen rendimiento, además menciona que es una variedad tolerante al frío, susceptible al mildiú, al granizo y al exceso de agua, se utiliza generalmente para la elaboración de harina, siendo considerada una variedad comercial.



Figura 1. Granos de quinua Variedad Blanca de Juli

2.1.2.2. Pasankalla

Según el INIA (2008), la variedad Pasankalla es conocida como INIA 415 además, menciona que es una variedad liberada en el año 2006, en el distrito de Ácora, provincia de Puno. Y la considera una variedad óptima para la agroindustria con alta productividad, al igual que la variedad blanca de Juli, ésta presenta un excelente rendimiento.

En un proyecto publicado por el INIA (2006), sostiene que la variedad Pasankalla es altamente nutritiva, tiene un excepcional balance nutricional de proteínas, aceites y almidón, el grano tiene un promedio de 14% de proteína, algunas variedades pueden contener más, alcanzan hasta el 23%, lo cual es el doble de lo comúnmente encontrado en cereales. Contiene alto porcentaje de calcio, fósforo, hierro y vitamina B, tasas muy superiores que en otros granos. Además de la calidad alimenticia, la coloración marrón oscuro y caoba cuando está cocido, le imprime a esta variedad un complemento atractivo, esta característica está abriendo nuevos nichos en el mercado americano. En dicho proyecto destaca que el producto es excelente para graneados, cremas dulces, pasteles.



Figura 2. Granos de quinua Variedad Pasankalla



2.1.3. Composición y valor nutritivo del grano de quinua

La FAO (2001), sostiene que la quinua es considerada un alimento único debido a su valor nutricional, además que la quinua es uno de los granos más ricos en proteínas, así se puede observar también en la Tabla 1, donde el contenido de proteínas en promedio es de 13.6%, según lo reportado por diferentes autores. Bojanic (2011), por su parte afirma que el contenido proteico de la quinua varía entre 13.81 y 21.9%, dado por los aminoácidos que la constituyen como: la leucina, isoleucina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina. La concentración de lisina en la proteína de la quinua es casi el doble en relación a otros cereales y gramíneas. Numerosos estudios recientes muestran la riqueza nutricional de la quinua, tanto en términos absolutos como en comparación con otros alimentos básicos. Generalmente se destaca el hecho de que las proteínas de la quinua reúnen todos los aminoácidos esenciales en un buen balance, Al respecto Risi (1993), acota que el balance de los aminoácidos esenciales de la proteína de quinua es superior al trigo, cebada y soya, comparándose favorablemente con la proteína de la leche.

Por otra parte, Aladi & FAO (2014), hacen referencia al contenido graso, indicando que se encuentra libre de colesterol. En la Tabla 1 y 2, podemos apreciar que la quinua es también una fuente excelente de lípidos e hidratos de carbono, dado que el embrión ocupa una mayor proporción de la semilla (en comparación con los cereales comunes).

Tabla 1. Composición proximal de la quinua según diferentes autores.

COMPONENTE	Proteína	Grasa	Fibra	Ceniza	Carbohidratos
González <i>et al.</i> , (1989)	11.2	4.0	n. d	3.0	71.6
Carrasco (1992)	14.4	6.0	4.0	2.9	72.6
Ruales & Nair (1992)	14.1	9.7	n. d	3.4	72.5
Álvarez <i>et al.</i> , (2009)	14.5	5.2	14.2	2.7	64.2

n.d. = no determinado.

Siendo las variedades Blanca de Juli y Pasankalla, con las que se trabajó la presente investigación, en la Tabla 2, se observa la composición proximal de cada una de ellas.

Tabla 2. Composición proximal de la variedad Blanca de Juli y Pasankalla.

COMPONENTE	BLANCA DE JULI	PASANKALLA
Humedad	8.88	9.62
Proteína	16.15	17.83
Grasa	5.94	7.05
Ceniza	2.13	2.83
Fibra cruda	2.10	3.00
carbohidratos	64.80	60.43

Fuente: INIA (2013).

2.1.4. Formas de consumo de la quinua

En la actualidad la quinua es consumida de distintas maneras, como puede ser la quinua perlada, que es el grano de quinua seleccionado y desaponificado, así también la harina de quinua, que es un producto obtenido a partir de la quinua perlada, de la harina de quinua se pueden obtener diferentes productos, incluso a nivel industrial según lo mencionado por Mujica *et al.*, (2006).

Por otro lado, la cultura andina ha desarrollado muchas tecnologías de cultivo, conservación de la diversidad y variabilidad de la quinua, siendo una de sus características



la gran variedad de usos y de transformación de los productos nativos (Mujica., *et al*, 2006). Una de las formas de consumo que aún se mantiene en la actualidad, es la bebida fermentada tradicional elaborada a base de quinua, comúnmente denominado “chicha”.

2.1.4.1. Chicha de quinua

En la época precolombina los indígenas consideraban a la chicha su bebida principal y la preparaban a base de maíz cocido y fermentado y lo mezclaban con jugo azucarado de caña, existen algunos registros de que la palabra chicha proviene de chichialtl, de dónde “chichilia” significa fermentar y “atl” significa agua, al principio esta palabra era empleada para nombrar a las bebidas fermentadas a base de maíz, sin embargo al pasar los años fue utilizada para nombrar a bebidas fermentadas que se obtenían a partir de cualquier cereal (Saltos, 1992). Inicialmente para preparar chicha de quinua generalmente se utilizaba variedades de colores rojizos y morados: Ayrampu, Cuchi Wila, Real, colores parecidos a la chicha de maíz morado, sin embargo, hoy en día se utilizan otras variedades para su elaboración, principalmente la Blanca de Juli (Mujica., *et al* 2006). Además, esta bebida es considerada apta para el consumo de todas las edades ya que su grado alcohólico según la FAO (2005), varía entre 2 a 12.

Las bebidas fermentadas a base de quinua, se elaboran a partir de quinua molida (harina de quinua), agua y saborizantes naturales (clavo de olor, canela), en algunos casos también se utiliza el grano germinado o malteados y molidos, aumentando así la calidad de la bebida (Mujica et al., 2006).

Carranza & Garcia (2014), indican que, para obtener una chicha de quinua, se trabaja con harina, para luego ser sometido a una cocción de 2 horas, seguidamente es filtrado y enfriado, para seguir con el proceso de fermentación de 3 a 5 días. Sin embargo, para llevar a cabo la presente investigación, resulta necesario incluir etapas de clarificación y pasteurización, con el objeto de clarificar la bebida fermentada para reducir la turbiedad y alargar la vida en anaquel del mismo con la aplicación de dicho tratamiento térmico, como lo realizado con una bebida fermentada de maíz morado elaborado por Centeno (2016). Resulta entonces, indispensable conocer las etapas más importantes para la elaboración de esta bebida, como son: fermentación, clarificación y pasteurización, como se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Elaboración de una bebida fermentada, clarificada y pasteurizada a base de quinua (Elaboración propia).

2.2. FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

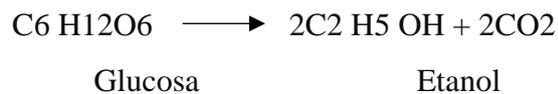
2.2.1. Generalidades

La palabra fermentación ha sufrido variaciones en cuanto a su significado a lo largo del tiempo, en un principio el nombre de fermentación se dio a los fenómenos de descomposición de la materia orgánica con rápido desprendimiento de gas (Fellows, 2000). Por otra parte, Pasteur lo relacionó con los procesos que se desarrollaban en condiciones anaerobias, definiéndolo más adelante como el resultado de la actividad enzimática de los microorganismos, refiriéndose a la fermentación como cualquier transformación microbiana de la materia (Suarez & Iñigo, 2004).

Las principales ventajas de la fermentación como sistema de elaboración de alimentos son: La utilización de pH y temperatura que con frecuencia no se alteran, por el contrario, mejoran el valor nutritivo y características organolépticas de los alimentos, la obtención de productos y aromas que fácilmente no pueden ser obtenidos por otros

procesos, bajo consumo energético, esto gracias a las condiciones de su elaboración, tecnología relativamente sencilla (Fellows, 2000).

La fermentación alcohólica en mostos azucarados se origina por el metabolismo anaerobio de *Saccharomyces cerevisiae*, que forma etanol y CO₂ como productos principales. Esta fermentación puede representarse por la ecuación estequiométrica de Gay –Lussac (3) (Pinney, 2012):



2.2.2. Definición

Gallego (2008), define a la fermentación alcohólica como un conjunto de transformaciones bioquímicas por la que los azúcares contenidos en el mosto, se transforman en alcohol etílico.

Por otra parte, Escobar (2010), define biológicamente a la fermentación como un proceso de obtención de energía en condiciones anaerobias, pudiendo generar ácido láctico, si se trata de una fermentación láctica (por bacterias ácido lácticas), o etanol si es una fermentación alcohólica por levaduras. Según Fellows (2000), los principales factores que controlan el crecimiento y la actividad microbiana en la fermentación son: la disponibilidad de carbono y nitrógeno, el pH del sustrato, el contenido de agua la temperatura de incubación, el potencial redox y la fase de crecimiento del microorganismo.

Al comienzo de la fermentación es indispensable que las levaduras requieran oxigenación, una vez que la fermentación empieza esta resulta indispensable de lo contrario no se cumpliría el efecto Pasteur, y se desviaría el proceso alcohólico, según la dosis presente en el alimento la oxigenación puede ser inhibitoria o estimulante (Abreu, Gusman, & Cobo, 2011). En la Figura 2, se presenta los cambios que ocurren durante la fermentación alcohólica.

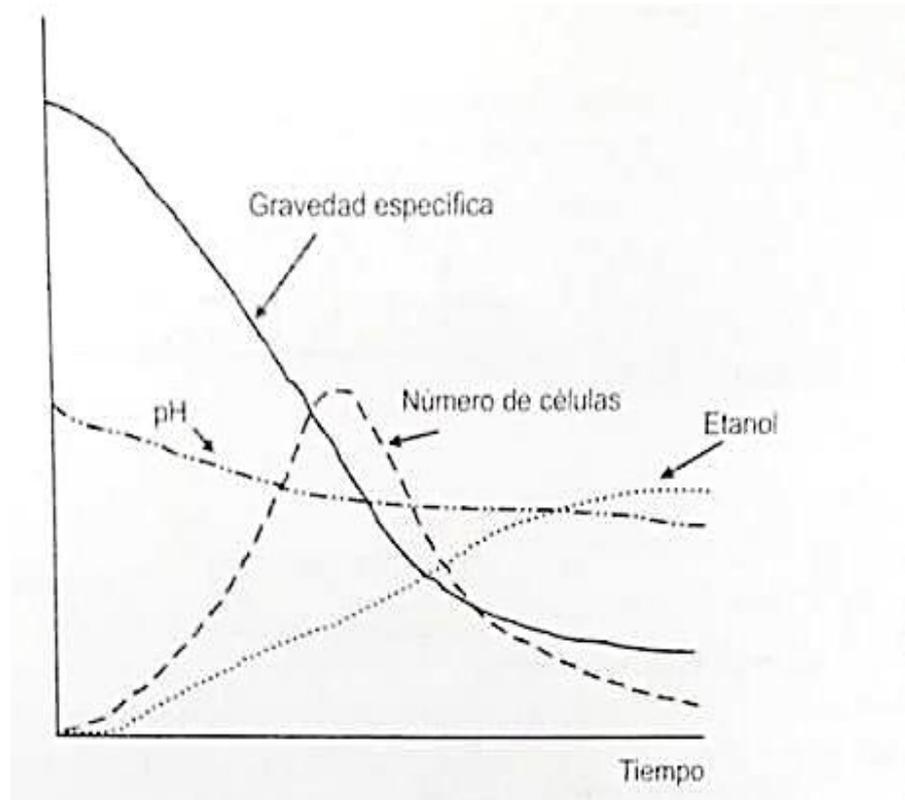


Figura 4. Cambios que ocurren durante la fermentación (Bamforth, 2005).

2.2.3. Bebidas fermentadas

Rodríguez & Magro (2008), definen una bebida fermentada como aquella en la que se utilizan distintas materias primas azucaradas o productos amiláceos degradables para que puedan sufrir procesos fermentativos a causa de levaduras y posteriormente, estas llegan a producir alcohol etílico y dióxido de carbono. Estas levaduras en específico, *Sacharomyces cerevisiae* tienen la propiedad de producir esta reacción en un medio rico en carbohidratos y en ausencia de oxígeno (Gallego, 2007).

Owen (2006), menciona que una bebida fermentada se obtiene de la fermentación de mostos provenientes de la uva, cebada o manzana, obteniendo productos como vinos, cervezas o sidras. Asimismo, menciona que las bebidas alcohólicas se producen a partir de diversas materias primas, especialmente de cereales, frutos y productos azucarados, poniendo en evidencia que el uso de levaduras resulta importante para la transformación de estas bebidas.



Hoy en día las industrias de bebidas alcohólicas, han pasado de tener un proceso artesanal a grandes complejos sistemáticos, con el propósito de mantener un producto de características uniformes, aún con los cambios continuos de las materias primas, la planta, etc., todo para conseguir un producto reproducible, es así que el proceso de fermentación se ha normalizado mediante el control de parámetros tales como la velocidad de inoculación, las concentraciones de oxígeno disuelto, azúcares fermentables del mosto y la temperatura de proceso (Ibid).

En la elaboración de bebidas a base de quinua, se incluye las fermentadas y no fermentadas, las bebidas fermentadas, se elaboran de quinua molida, agua y saborizantes naturales (clavos de olor, canela); el uso de granos germinados o malteados y molidos aumenta la calidad de bebida; generalmente, las bebidas no fermentadas, como los refrescos y néctares, se procesan de la mezcla de quinua molida o extruida, frutas y agua (Mujica et al., 2006).

2.2.4. Fermentación en la chicha de quinua

La quinua como sustrato de fermentaciones acidolácticas difiere de algunos cereales por la presencia de compuestos antimicrobianos como saponinas y tanino y especialmente por ser alto en lisina y treonina (Vogelmann et al., 2009). A la fecha sólo se cuenta con un estudio de adaptabilidad de diferentes iniciadores de carácter ácido a diferentes sustratos de cereales y pseudocereales, inoculando una mezcla de varios microorganismos (*Lactobacillus paralimentarius*, *L. fermentum*, *L. helveticus*, *L. plantarum*, *L. pontis*, *Saccharomyces cerevisiae* e *Issatchenkia orientalis*) (Vogelmann et al., 2009).

Si bien es cierto durante la fermentación se da la formación de nuevos ácidos, pero el contenido de acidez es fija o ligeramente fija en el mosto, lo que nos indica que la disminución en la concentración de ácidos es debida a la insolubilización de sales ácidas, el hecho de que el PH no varíe al fermentar el mosto o si disminuye, indica el intercambio entre los ácidos formados en el curso fermentativo, permaneciendo en forma libre en solución y las sales ácidas, que al insolubilizarse se separan del fermentado (Suarez & Iñigo, 2004).



Cabe mencionar que una vez que el almidón está transformado en glucosa, maltosa y dextrina, se introduce la levadura, y empieza el proceso de obtención de etanol, además los gránulos de almidón de quinua facilitan la fermentación puesto que los azúcares libres, llegan al 6,2%. La fibra insoluble se ha cuantificado en 5,31%; la soluble en 2,49% y la dietética total en 7,8% (Romo *et al.*, 2006).

2.2.5. Influencia de la temperatura en la fermentación

La velocidad de fermentación se refiere a la cantidad de alcohol o de CO₂, producido por unidad de tiempo y en general, la velocidad aumenta y la fermentación se acorta, con la elevación de la temperatura; pero cuando se alcanza los 38 – 40°C, se convierte en factor limitante, la fermentación se paraliza, parte de los azúcares se quedan sin transformar y en consecuencia el grado alcohólico alcanzado es inferior (Suarez & Iñigo, 2004).

Suarez & Iñigo (2004), mencionan que la influencia de la temperatura sobre el poder fermentativo y la medida del porcentaje de etanol que una cepa de levadura es capaz de producir, resulta diferente. Cuando se fermenta a temperatura baja o moderada, las fermentaciones son lentas pero el grado alcohólico alcanzado es generalmente mayor que a temperatura elevadas o superiores a los 30 o 35°C, por lo que las altas temperaturas, no solo afectan el metabolismo celular de las levaduras y en consecuencia la disminución del poder fermentativo, llegando incluso hasta cesarlo completamente, sino que según Gallego (2008), por encima de los 28°C comienza a producirse la volatilización de sustancias aromáticas. Por otro lado, la resistencia a la temperatura de fermentación es un factor importante, dado que generalmente en las fábricas de bebidas alcohólicas de nuestro país, las temperaturas aumentan gradualmente en el medio desde 28 a 34°C, aunque la norma permite hasta 36°C como máximo (Abreu, Guzmán, & Cobo, 2011).

2.3. CLARIFICACIÓN

Según Fundarco (2006), la clarificación resulta importante ya que después de una fermentación, ésta contiene partículas en suspensión, mostrando una bebida turbia a simple vista, por lo que existe la necesidad de clarificarlo utilizando métodos como:



trasiego de un contenedor a otro para eliminar las partículas sedimentadas, otro método es mediante la utilización de un producto clarificante.

Al finalizar el proceso fermentativo, la bebida contiene en suspensión un gran número de sustancias, que son causa de enturbiamiento, la clarificación del mosto se ve en la transparencia de la misma, que viene a ser la pérdida del contorno de una imagen, cuando se observa a través del líquido en cuestión por absorción de una fracción de luz que atraviesa la muestra. La transparencia como antes se ha mencionado se mide en NTU (Unidad Nefelométrica de turbidez) (Puig & Vayreda, 2016).

2.3.1. Fases de la clarificación

En una primera fase Post fermentativa, se da una clarificación natural o espontánea mediante la simple acción de la gravedad, sobre aquellas partículas que sedimentan en el fondo del depósito, más o menos rápidamente, dependiendo de su diámetro, de la presencia de coloides protectores, de su naturaleza y de la densidad del medio, que formaran los denominados lías (Puig & Vayreda, 2016).

En una segunda fase se puede realizar la operación llamada trasvase, que se suele realizar con el objeto de hacer desaparecer el CO₂ que pueda quedar y también de evitar la formación de gas sulfhídrico de aroma muy desagradable (Ibid).

Por último, una clarificación espontánea no suele ser suficiente, por el tipo de suspensión y por las propiedades generales de los coloides (carga eléctrica, baja velocidad de difusión en un líquido, dificultad en atravesar una membrana, precipitación poco ordenada), que interfieren en una total clarificación y su estabilidad. Por lo que resulta conveniente practicar complementariamente una clarificación artificial, utilizando algunas proteínas o enzimas que tienen la capacidad de flocular, arrastrando en el proceso de sedimentación aquellas sustancias que enturbian el mosto. Por lo tanto, una clarificación inducida, origina la eliminación de partículas en suspensión, mejorando la pulcritud y transparencia, estabiliza la transparencia del mismo (Ibid).

2.3.2. Hidrólisis enzimática en la clarificación

La hidrólisis enzimática, se define como la acción que se produce mediante un grupo de enzimas llamadas hidrolasas, las cuales producen la ruptura de enlaces por agua,



a lo que llamamos efecto catalítico hidrolizante. Muchas de estas reacciones son las responsables de la despolimerización enzimática de proteínas, glúcidos y ácidos nucleicos ingeridos en la dieta, las reacciones de hidrólisis son casi invariablemente, exergónicas (Nelson, 2004).

En los últimos años se han venido empleando diversos métodos para provocar la lisis e hidrólisis de algunas células, como son los procedimientos rápidos de extracción de proteínas, así también los métodos químicos de hidrólisis ácida y básica, entre otros, sin embargo, la desventaja de estos métodos es que se realizan bajo condiciones de destrucción de sustancias de actividad biológica (Lahl & Braun, 1998). Una vía menos utilizada, pero con mayor ventaja, son los métodos de clarificación enzimática, ya que se desarrollan bajo condiciones biológicas de pH y temperatura, además, poseen una mayor especificidad en su acción catalítica, según lo descrito por Nissen (1996).

Bravo (1997), refiere que la clarificación enzimática del almidón, es uno de los métodos preferidos, debido a su alta especificidad, además por ser predecible y controlable, también menciona que una de sus ventajas son los efectos fisicoquímicos y organolépticos que produce, como son: disminución de viscosidad, la mejora de la filtrabilidad, disminución de la tendencia a la cristalización, clarificación, y estabilización de líquidos para una mayor conservación, entre otros. Por otro lado, Reyna *et al.* (2004), sostiene que La hidrólisis produce azúcares que son directamente utilizados por todos los microorganismos vivientes, en la hidrólisis enzimática por acción de las enzimas las más comunes son: alfa y beta amilasa.

2.3.3. Enzimas como clarificantes en la industria de alimentos

Barcenilla (2006), menciona que, las enzimas clarificantes o también llamadas enzimas de filtración y en algunos casos pectolíticas, son sustancias que han sido obtenidas a partir de micelios desecados de *Aspergillus*, *Penicilium* y *Botritis* y del residuo seco de los medios de cultivo sobre el que se desarrollan. Al realizar una clarificación enzimática los productos que se obtienen se distinguen por su transparencia y su color, es más cuando se realiza un encolado, se consiguen resultados superiores que al realizar solo un tratamiento. En cuanto a su actividad el autor hace referencia a su variabilidad, ya que algunas de éstas se caracterizan por su actividad diastática, se podría decir exclusivamente pectolítica gracias a las pectinasas o poligalacturonasas que logran escindir pectinas y



transformarlas en moléculas solubles; por otro lado, otros contienen una enzima que precipita la pectina, la pectasa y otros, las enzimas pectolíticas, degradan las proteínas, generalmente estas enzimas se utilizan para dos casos:

- En el prensado, para obtener un mayor rendimiento en el estrujado y una mejor extracción de la materia colorante y de las sustancias aromáticas, debido a la digestión de las paredes celulares del grano.
- En el tratamiento del primer mosto que debe ser filtrados, para conseguir una clarificación que permitirá el aprovechamiento de la filtración, gracias a la ruptura de la estructura coloidal.

Por otro lado, Tovar (2013) menciona que, la importancia de las enzimas hidrolíticas, como amilasa, xilanasas y endoglucanasa, radica en las propiedades de las enzimas (actividad a diferentes valores de pH, temperatura, fuerza iónica, entre otras).

En la presente investigación se utilizó tres preparados enzimáticos, que en su contenido predomina en mayor actividad β -glucanasa- celulosa - endoxylanasa, pectinasa, proteasa celulosa, degradando proteínas, β -glucanos, pentosas y otros polisacáridos que no son almidones, estas sustancias se pueden encontrar en la malta, mosto y en la cerveza y son causa de varios problemas como la turbiedad y viscosidad (Capsucor Quim Perú, 2015). A continuación, se describe los complejos enzimáticos utilizados:

- **Rohavin clear**

Es un complejo enzimático (pectinasa, celulasa, hemicelulasa) para la vinificación. La enzima es especialmente indicada para la clarificación de mostos blancos y rosados. La pectinasa contiene una composición específica como la poligalacturanasa, pectina esterasa y pectina liasa, así como actividades secundarias de celulasa/hemicelulasa (Capsucor Quim Peru, 2015)

- **Rohalase bx**

Es un concentrado de enzimas (β – glucanasa, proteasa) secas para lisis de levadura, es considerado un complejo enzimático para vinos difíciles de filtrar, degradación del glucano, alto flujo de filtro, limpieza de filtros. Incluye una gama de productos de AB



Enzymes en Alemania para su uso en vinos y diversas aplicaciones de jugos de frutas (Capsucor Quim Perú, 2015).

- **Rohament cl**

Es un complejo enzimático (celulasa, xilanasas y β -glucanasa) líquido utilizado para la degradación de beta-glucanos, pentosanos y otros polisacáridos para la prevención de la neblina de glucano. También se puede utilizar para mejorar la filtrabilidad del mosto y la cerveza y puede aumentar el rendimiento de la sala de cocción. Se aplica para optimizar el proceso de maceración reduciendo la viscosidad en la suspensión y la licuefacción, optimizando la tasa de flujo y la separación, reduciendo el consumo de agua y energía, aumentando el rendimiento de alcohol (Capsucor Quim Perú, 2015).

2.3.4. Estabilización de la clarificación enzimática por calor

La utilización del calor como estabilizador es la más utilizada hoy en día, ya que al aplicar un tratamiento térmico se logra destruir las enzimas, que actúan sobre los fenómenos de oxidación-reducción, desnaturalizando las proteínas y a la vez eliminando las levaduras y otros microorganismos presentes en una bebida fermentada, el calor es considerado un excelente estabilizador microbiológico y físico (en el caso de mantener una turbiedad estable), a pesar de que presentan algunos inconvenientes en cuanto a las propiedades organolépticas del producto terminado (Vayreda, 2016).

2.4. PASTEURIZACIÓN

2.4.1. Definición

Fellows (2000), describe la pasteurización como un tratamiento térmico relativamente suave en el que, el alimento se calienta a temperaturas inferiores a 100°C. En el caso de alimentos poco ácidos ($\text{pH} > 4.5$), se utiliza para minimizar posibles riesgos para la salud por microorganismos patógenos y para prolongar la vida útil de los alimentos durante varios días. Por otro lado, en alimentos ácidos ($\text{pH} < 4.5$), se utiliza para prolongar la vida útil de los alimentos durante meses por destrucción de microorganismos responsables del deterioro (levaduras u hongos) y por inactivación de enzimas (Tabla 3).



En ambos tipos de alimentos provoca cambios mínimos en el valor nutritivo y las características organolépticas del alimento en cuestión.

El procesado de los alimentos envasados, tanto en aquellos cuyo pH natural es bajo, como los que se acidifican artificialmente, es semejante al enlatado. A este tratamiento suele denominársele *pasteurización* para indicar que se trata de un tratamiento suave.

Por otro lado, Orrego (2003), sostiene que el tratamiento específico para pasteurizar un alimento particular, depende de varios factores, como la resistencia térmica del microorganismo vegetativo o patógeno que se busque. Un aspecto que hay que considerar también es la actividad de agua, a una menor A_w , la termorresistencia de levaduras y bacterias, incrementa, mientras que la presencia de etanol y otros antisépticos la disminuye.

Así como los vinos y la cerveza, la bebida de quinua fermentada y clarificada, también tiene que ser sometida a un proceso de pasteurización, el cual será analizado a través del efecto de la temperatura sobre la letalidad de los microorganismos patógenos y las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de la bebida. En la tabla 3, se muestran condiciones de pasteurización en algunas bebidas.

Tabla 3. Objetivo de la pasteurización de algunos alimentos

ALIMENTO	OBJETIVO PRINCIPAL	OBJETIVO SECUNDARIO	CONDICIONES MÍNIMAS DE TRATAMIENTO
Zumo de frutas (a)	Inactivación enzimática (pectinesterasa, poligalacturonasa)	Destrucción de gérmenes causantes de alteraciones (levaduras y hongos).	65° C durante 30 min; 77° C durante 1 min; 88° C durante 15 s
Cerveza (b)	Destrucción de los microorganismos causantes de las alteraciones (levaduras salvajes, especies de <i>lactobacillus</i>) y levaduras residuales (especies de <i>Sacharomyces</i>)		65 a 68 °C durante 20 min; 72-75 °C durante 1-4 min (en botellas)
Leche (c)	Destrucción de gérmenes patógenos: <i>Brucella abortis</i> <i>Mycobacterium tuberculosis</i> , (<i>coxiela Burnetti</i>)	Destrucción de enzimas y gérmenes causantes de alteraciones	63° C durante 30 min; 71.5° C durante 15 s
Mostos y vinos (d)		Levaduras Bacterias Bacterias lácticas Bacterias acéticas	70°C a 76°C durante 10 s
Bebida fermentada de Maíz morado (e)	Destrucción de bacterias no esporulados, levaduras y mohos	Destrucción de aerobios mesófilos	80°C durante 1 min.

Fuente: Adaptado de (a) Lund (1976), (b) Fricker (1984), (c) Hammid & Swartzel (1994), (d) Desseigne (2004) y Urbina (2012), (e) Valencia (2015).

Este método de conservación de los alimentos por inactivación de enzimas y destrucción de microorganismos relativamente termosensibles (bacterias no esporuladas, levaduras y mohos), provoca leves cambios en el valor nutritivo y las características organolépticas del alimento. La intensidad del tratamiento térmico y el grado de prolongación de su vida útil se hallan determinados principalmente por el pH del alimento. (Fellows, 2000).



2.4.2. Tipos de pasteurización

2.4.2.1. Proceso HTST. (Altas temperaturas – corto tiempo)

Este método es el empleado en los líquidos a granel, como la leche, los zumos de fruta, la cerveza, etc. Por regla general, es el más conveniente, ya que expone al alimento a altas temperaturas durante un período breve y además se necesita poco equipamiento industrial para poder realizarlo, reduciendo de esta manera los costes de mantenimiento de equipos (Romero & Mestres, 2004). Existen dos métodos distintos: Proceso “batch”: una gran cantidad de alimento líquido se calienta en un recipiente estanco (autoclave). Y proceso de “flujo continuo”, el alimento se mantiene entre dos placas de metal, también denominadas intercambiador de calor de placas, el método permite realizar la pasteurización de grandes cantidades de alimento en poco tiempo.

2.4.2.2. Proceso UHT (ultra-altas temperaturas)

El proceso UHT es de flujo continuo y mantiene la leche a una temperatura superior más alta que la empleada en el proceso HTST, y puede rondar los 138 °C durante un período de al menos dos segundos. Debido a este periodo de exposición, aunque breve, se produce una mínima degradación del alimento. La leche cuando se etiqueta como “pasteurizada” generalmente se ha tratado con el proceso HTST (Romero & Mestres, 2004).

Por otro lado, según Forland (2003), para la pasteurización según las temperaturas que alcancen, existen algunos tipos de pasteurización:

- **Pasteurización Baja.** Calentamiento hasta 65° C. Mantenimiento durante 30 minutos. Enfriamiento rápido a 4° C.
- **Pasteurización Media.** Calentamiento a 72° C. Mantenimiento durante 15 minutos. Enfriamiento rápido a 4° C.
- **Pasteurización Alta.** Calentamiento de 83-85° C. Enfriamiento rápido a 4°C.

2.4.3. Pasteurización de alimentos envasados

Algunos alimentos líquidos, como cervezas y zumos de frutas, se pasteurizan envasados. Los alimentos envasados en recipientes de vidrio se suelen pasteurizar con agua caliente para evitar el riesgo del shock térmico (Rotura del envase por cambio brusco de temperatura). Las máximas diferencias de temperatura entre el envase y el agua son de 20°C para el calentamiento y de 10°C para el enfriamiento. A diferencia de los envases metálicos o de plástico, se tratan con una mezcla de aire - vapor o con agua caliente, ya que en ellos el riesgo de shock térmico es mínimo, en todos los casos los envases se enfrían hasta 40°C, aproximadamente, para que se evapore el agua de su superficie. Los pasteurizadores de agua caliente pueden ser continuos o discontinuos (Fellows, 2000).

Por lo general las instalaciones discontinuas, consisten en un baño de agua en el que los envases, contenidos en cajas se calientan, manteniendo un determinado tiempo y temperatura ya establecidos, terminada la pasteurización el recipiente se llena con agua fría, para el enfriamiento de los envases (Orrego, 2003). Por otra parte, Diaz (2009), menciona que los alimentos envasados, pueden ser pasteurizados por inmersión en un baño de agua caliente, seguido de un enfriamiento por aspersión.

Por otro lado, Anón (1998), sostiene que, existen sistemas en continuo, que básicamente consiste en un canal largo por el interior del cual, discurre la cinta sin fin que transporta los envase a través de la zona de enfriamiento y calentamiento. Existen otros tipos de instalaciones donde el túnel se halla dividido en una serie de zonas de calentamiento, en la que los envases que discurren se someten a una ducha que los calienta progresivamente, hasta lograr las adecuadas condiciones de pasteurización, una vez terminado este proceso, son enfriados en otra sección del túnel, recirculando el agua entre las zonas de precalentamiento.

2.4.4. Efecto de la pasteurización sobre los alimentos

Fellows (2000), sostiene que como la pasteurización es un tratamiento relativamente suave, los cambios sobre las características organolépticas y del valor nutritivo de los alimentos pasteurizados son poco importantes, incluso cuando aquella se combina con otras operaciones unitarias (por ejemplo, la irradiación y refrigeración).

Las diversas reacciones químicas y físicas que ocurren durante el tratamiento térmico y llegan a ser deseables o indeseables, estos cambios se ven influenciados por el tiempo y temperatura de proceso, la composición y propiedades propias del alimento, como el pH, contenido de iones metálicos, etc., (Lewis & Heppell, 2000). Además, mencionan que el tratamiento térmico reduce el valor nutricional, debido a la destrucción de nutrientes y vitaminas. Por lo que resulta importante conocer la cinética de destrucción y el orden de reacción para determinar las condiciones del proceso que son necesarias para reducir este efecto.

Hernández (1999), hace referencia que el tratamiento de pasteurización, si bien no logra alargar el tiempo de conservación en gran medida como una esterilización, hace que los alimentos sometidos a este tratamiento térmico preserven mejor sus características sensoriales y nutritivas, debido a que los componentes están menos afectados por la temperatura, A continuación, en la Tabla 4, se muestra los principales efectos del tratamiento térmico sobre algunos nutrientes.

Tabla 4. Principales efectos del tratamiento térmico sobre los nutrientes

NUTRIENTES	EFECTOS
Proteínas	* Destrucción de algunos aminoácidos, sobre todo los sulfurados * Disminución de la digestibilidad de proteínas por formación de nuevos enlaces intra o intermoleculares entre proteínas o con otros componentes de los alimentos (pardeamiento no enzimático).
Glúcidos	* Pérdida de la digestibilidad por reacciones de pardeamiento.
Lípidos	* Alteraciones de tipo lipolítico, oxidativo y de polimerización. * Destrucción de ácidos grasos esenciales. * Aparición de aromas y sabores desagradables
Vitaminas	* Pérdida de vitaminas, sobre todo C y algunos del complejo B.
Minerales	* En general, poco afectados, aunque en algunos casos se puede modificar su absorción por formación de complejos insolubles.

Fuente: (Hernández, 1999).



2.4.5. Pasteurización del mosto

La pasteurización del mosto se basa en la acción letal del calor, en un tiempo determinado, sobre los microorganismos, siendo uno de los procedimientos más utilizados en la industria cervecera, con el objetivo de conservarlo por semanas, meses o infinitivamente (Suarez & Iñigo, 2004).

2.5. IMPORTANCIA DE LA LETALIDAD SOBRE LOS MICROORGANISMOS

2.5.1. Termorresistencia microbiana

La termorresistencia de un microorganismo, es característica de cada uno y ésta va relacionada con la letalidad del tratamiento térmico, una temperatura por encima de la máxima de crecimiento de un determinado microorganismo, le produce un daño fatal, a mayor temperatura la muerte es más rápida. Por ello siempre debemos tener en cuenta la relación: Tiempo - Temperatura (Santana, 2013).

Entre los microorganismos patógenos esporulados presentes en los alimentos de baja acidez ($\text{pH} > 4.5$) el *Clostridium Botulinum* es el más peligroso, este microorganismo, es capaz de crecer en condiciones anaerobias. Por otro lado, para alimentos moderadamente ácidos ($\text{pH} 4.5-3.7$), se emplean otros microorganismos, como: mohos, levaduras o enzimas termorresistentes, para calcular los tiempos y temperaturas de tratamiento. Y en el caso de la esterilización en alimentos ácidos ($\text{pH} < 3.7$), el principal objetivo es la inactivación de sus enzimas y es por ello que en estos alimentos los tratamientos térmicos aplicados son más suaves (pasteurización).

Por otro lado, Santana (2013), sostiene que los factores que afectan la termorresistencia, además del tipo de microorganismo, son el número de células existentes, la fase de crecimiento en la que se encuentran y las condiciones del medio es el que afecta el calentamiento de los microorganismos. Uno de los factores que afecta de manera determinante en el tiempo de tratamiento térmico es el pH (Una combinación de altas temperaturas y bajo pH, es eficaz para la destrucción de microorganismos; por otro lado, un pH alto, disminuye el tiempo de muerte térmica). Además, existen otros factores como la alta concentración de azúcares que hace que la muerte térmica aumente.

En la Tabla 5, se muestra la termorresistencia de algunas bacterias esporuladas y sus respectivos valores Z (representa la elevación de temperatura necesaria para que el tiempo de reducción decimal “D” se reduzca en un 90%.) y D (tiempo de reducción decimal) utilizados para el cálculo de tiempo de procesamiento (Fellows, 2000).

Tabla 5. Termorresistencia de algunas bacterias esporuladas.

MICROORGANISMOS	VALOR Z °C	VALOR D121 (MIN)	ALIMENTOS TÍPICOS
Termófilos (35-55°C)			
<i>B. stearothermophilus</i>	9-10	3-4	Verduras, leche
<i>C. Thermosacharolyticum</i>	7.2-10	3-4	Verduras (a)
Mesófilos (10-40°C)			
<i>Clostridium sporogenes</i>	8.8-11.1	0.7-1.5	Carnes (b)
<i>Bacillus subtilis</i>	4.1-7.2	0.3-0.76	Productos lácteos (c)
<i>C. botulinum</i> toxinas A y B	5.5	0.1-0.3	Alimentos de baja acidez (d)
<i>B. coagulans</i>	6.9	0.01-0.07	Leche (c)
<i>B. cereus</i>	36	3.8	Leche (c)
Psicrófilos (-5-1.5°C)			
<i>C. botulinum</i> toxina E	10	3 (60°C)	Alimentos de baja acidez (pH> 4.6) (d)
<i>Lactobacillus y leuconostoc,</i> <i>Hongos y levaduras</i>	8-10	0.5-1	Alimentos de Alta acidez (pH<4) (d)

Fuente: Adaptado de (a) Lund (1976), (b) Burton (1988), (c) Brennan, Butters, & Cowel, (1990), (d) Perez, Rodriguez, & Toledano (2010).

Como se observa en la tabla 5, muestra los valores de termorresistencia de algunos microorganismos, en la presente investigación, se tomó como referencia el valor z de las levaduras ya que según Lewis y Heppell (2000), citado por Vásquez (2007), se asume que el valor de z es constante para contaminación por espora determinada, es usualmente definida a una temperatura de referencia (121°C, para esterilización, 85°C para pasteurización); dependiendo de la muerte de cualquier microorganismo que pueda ser dado por un valor de D, a la temperatura de referencia del valor z. Por otro lado, Ziembra



(1980), citado por Valencia (2015), menciona que La resistencia térmica para mohos y levaduras es de 5 a una temperatura de 80°C, para alimentos líquidos, así también define F de proceso como el equivalente en minutos a alguna temperatura de referencia, de todo el calor letal en un proceso con respecto a la destrucción de un organismo caracterizado por algún valor de Z dado.

2.5.2. Tiempo de proceso

El cálculo del tiempo de procesado es útil para conocer en cuánto tiempo se debe mantener una lata o envase de determinado tamaño, de forma que tenga lugar la destrucción térmica en el punto de calentamiento más lento. Ya que en el punto que se calienta más lentamente un envase, puede no alcanzar la temperatura a la que se realizó el tratamiento. Sin embargo, la destrucción de microorganismos se da cuando el alimento llega a alcanzar una temperatura de 70°C a más (Orrego, 2003).

Para la determinación del tiempo de proceso existen diversos métodos, como pueden ser los métodos matemáticos, basado en la letalidad equivalente de distintas combinaciones tiempo-temperatura y otros como el método general de Bigelow.

2.5.2.1. Letalidad en el tiempo de proceso

Diaz (2009), sostiene que cuando se habla de la letalidad de un proceso, se hace referencia a la muerte de microorganismos, no solo de la destrucción de un individuo en particular, sino al conjunto de la población microbiana, cuyo número es reducido debido a la acción térmica. El valor de letalidad se define como el tiempo de calentamiento, equivalente al efecto durante un minuto a una temperatura de calentamiento referencial establecida, por lo general a 121°C (250°F), para los procesos de esterilización comercial. Ello se encuentra definido por la siguiente ecuación:

$$\text{letalidad} = 10^{(T-T_0)/z} \quad (1)$$

Donde:

T: Temperatura del tratamiento

T₀: Temperatura de referencia del tratamiento

Z: Valor de referencia para determinado microorganismo

La cinética de la muerte térmica sigue una reacción de primer orden. Esto significa que la velocidad de muerte térmica puede ser expresada a través de la expresión:

$$-\frac{dN}{dt} = kN \quad (2)$$

Donde:

N: cantidad final de microorganismos vivos

No: cantidad inicial de microorganismos vivos

k: Velocidad de destrucción de los microorganismos

La cual integrada a temperatura constante queda:

$$\ln \frac{N_o}{N} = k1t \quad \text{o también} \quad \log \frac{N_o}{N} = kt = \nabla \quad (3)$$

Donde:

N: cantidad final de microorganismos vivos

k: Velocidad de destrucción de los microorganismos

t: tiempo de calentamiento a determinada temperatura.

Lo que corresponde a una línea recta en una representación semi logarítmica. La Figura 3, muestra este tipo de representación. En ella se puede apreciar la influencia de la temperatura sobre la velocidad de muerte térmica y el concepto de tiempo de reducción decimal (D).

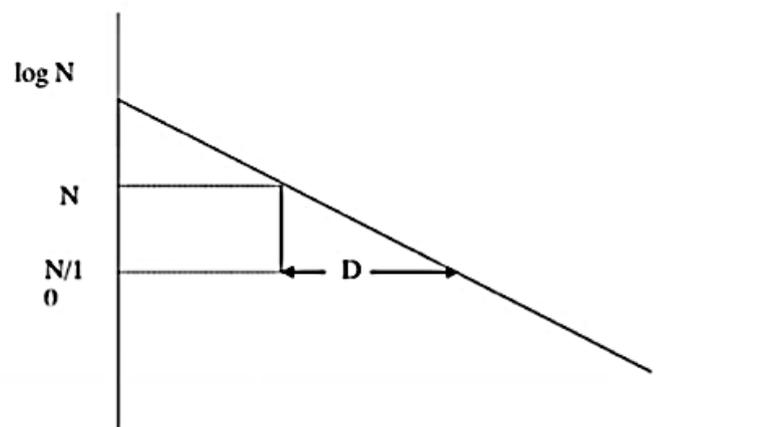


Figura 5. Representación gráfica del tiempo de reducción decimal.

Es decir, como la velocidad de muerte térmica depende de la concentración de esporas, no se puede aspirar a un valor de cero sobrevivencias, por lo que los resultados del tratamiento térmico tienen que ser interpretados probabilísticamente, esto significa que si la concentración de una spora microbiana, se reduce por debajo de un cierto valor, el producto se puede considerar como un producto “comercialmente estéril”, con respecto a dicho microorganismo (Díaz, 2009).

El valor de k (Velocidad de destrucción de los microorganismos) depende del valor de temperatura escogido, es función de la termorresistencia que el microorganismo presente. Por esto, para evaluar el comportamiento de los microorganismos, frente a la temperatura se definen los parámetros D y Z (Díaz, 2009).

Valor D : Es el tiempo de reducción decimal (tiempo que el microorganismo debe estar expuesto a la temperatura letal para que solo sobreviva el 10 % de los microorganismos presentes o lo que es igual, para que solo el 10 % de las esporas originalmente presentes, sean capaces de germinar). En términos generales, según la temperatura se incremente, la velocidad de destrucción de las esporas aumenta, y por tanto D disminuye. Esta variación muestra que D es una función exponencial de la temperatura, aunque el grado en que ocurre su variación con la temperatura, depende del valor Z característico de las esporas de cada microorganismo (Díaz, 2009).

Valor Z : intervalo de temperatura que hace que el tiempo de reducción decimal disminuya a la décima parte, o lo que es igual, que la velocidad de la muerte térmica sea diez veces mayor (Díaz, 2009).

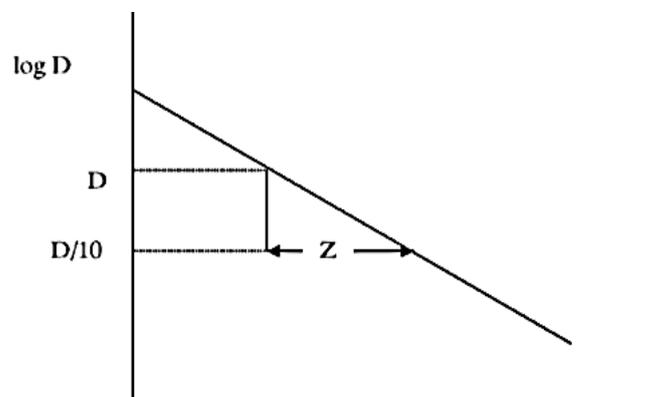


Figura 6. Representación gráfica del parámetro Z .

La Figura 7, muestra la influencia de la temperatura sobre el tiempo de reducción decimal. A medida que aumenta la temperatura, D disminuye, lo que indica que aumenta la velocidad de la muerte térmica.

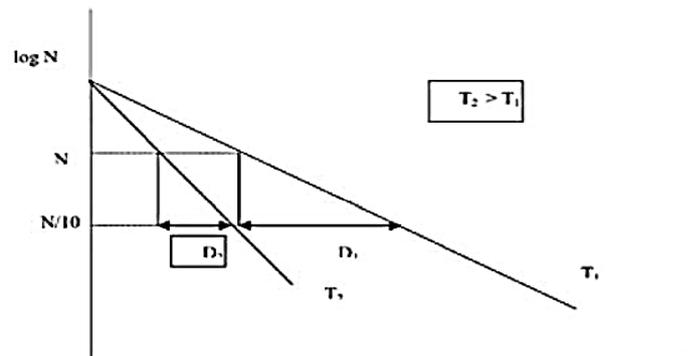


Figura 7. Influencia de la temperatura sobre el tiempo de reducción decimal.

Sin embargo, los valores de estos parámetros dependen también del medio en que se desarrolle el microorganismo. Por ejemplo, si cambiamos la concentración salina, o el pH, la necesidad de tratamiento térmico cambia (Diaz, 2009). Cabe resaltar que los valores de z , dependen de numerosos factores, tales como el rango de temperatura estudiado, el pH del alimento o la presencia de sustancias que ejerzan un efecto protector sobre las esporas.

2.5.2.2. Tiempo de muerte térmica

Cuando se quiere comparar la eficacia de distintos procesos de esterilización o tiempo de muerte térmica (TDT), utilizamos el valor F , el cual representa una combinación de tiempo/temperatura recibida por el alimento. (Diaz, 2009).

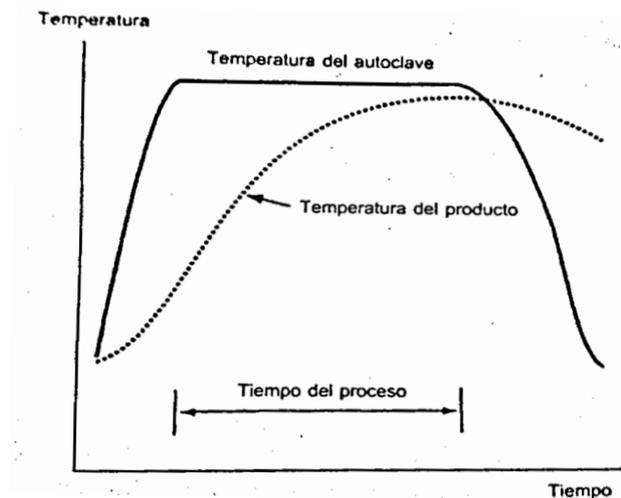


Figura 8. Penetración del calor en el interior de una lata por calentamiento conductivo.

Valor F: Hace referencia al tiempo de muerte térmica, en la que el microorganismo debe permanecer a una temperatura de referencia para alcanzar la esterilidad comercial. De acuerdo con lo expresado $F = 12D$ (la probabilidad de sobrevivencia que tiene una espora es de 1 de cada 10¹² esporas existentes inicialmente). Por lo que resulta necesario una correcta higiene industrial y del uso de las buenas prácticas de fabricación. Este valor puede ser calculado por el método general, Patashnick, método de Ball o de la fórmula, teniendo en cuenta que se debe realizar para un tipo de espora predeterminado.

El valor F se representa con un subíndice que indica la temperatura del autoclave durante el tratamiento y el valor z del microorganismo contra el tratamiento que va dirigido. Así, por ejemplo, un proceso de esterilización a 115°C y un valor z de 10°C, se representaría de esta forma F_{115}^{10} (Singh & Heldman, 1997).

Por otro lado, Mencionan que el valor F, representa también el tiempo durante el que es preciso someter una población microbiana a una temperatura determinada para provocar una reducción en el número de microorganismos por un múltiplo equivalente al valor D. Se calcula de esta forma:

$$F = D (\log n_1 - \log n_2). \quad (4)$$

Donde n_1 : tasa inicial de microorganismos y n_2 : número de microorganismo que quedan tras el tratamiento.



Valor F_0 : El tiempo térmico letal, hace referencia al tiempo más corto en el que muere la totalidad de bacterias de una suspensión, ello sometida a una temperatura determinada y bajo condiciones específicas (Rodríguez *et al.*, 2005).

2.5.2.3. Aplicación del método general de bigelow para el cálculo del tiempo de proceso

El método general de Bigelow, resulta útil cuando se desea conocer el valor de esterilización exacto de un proceso. Es aplicable cuando los datos de tiempo y temperatura de retorta (autoclave), tiempo y temperatura de penetración de calor, temperatura de agua de enfriamiento, son conocidos. A partir de las relaciones de la curva de destrucción térmica (TDT), se pueden asignar valores de letalidad (velocidad de muerte de microorganismos, inactivación de enzimas o degradación de factores de calidad), para cada temperatura representada por un punto en las curvas que describen el calentamiento y enfriamiento del producto durante su procesamiento, el valor de letalidad asignado a cada temperatura es numéricamente igual al recíproco del número de minutos requerido para destruir un porcentaje determinado de esporas, los cuales son un atributo de calidad (Orrego, 2003).

Por otro lado, Pierre (1994), menciona que el método Bigelow solo permite orientar los ensayos en condiciones fijadas de temperatura inicial, la temperatura del medio calefactor, de naturaleza del producto, de geometría, de forma, etc.

En términos generales, Casp & Abril (2003), mencionan que, para conocer la letalidad de un proceso, es suficiente resolver la siguiente ecuación:

$$F_0 = \int_t^t 10^{\frac{t-121.1}{10}} dt$$

Y que para ello puede emplearse el método general y consiste en la integración gráfica o numérica de la ecuación anterior. Se parte de una curva de tiempo/temperatura que se puede haber obtenido experimentalmente (midiendo las temperaturas en un ensayo de procesado), para cada punto de tiempo / temperatura, se calcula el valor de L_t , el paso siguiente es representar estos valores frente al tiempo, seguidamente el valor de F_0 , se obtendrá, calculando el área comprendida entre la curva L y el eje de tiempos.

Según Lopez (2017), primero se debe registrar la variación de la temperatura del centro térmico de alimento en función del tiempo, a intervalos de tiempo constante e igual.

A partir de los datos de penetración de calor se obtiene la historia térmica del producto, con la cual se da una idea de la velocidad de calentamiento y enfriamiento del alimento. Posteriormente, se convierten los valores de temperatura en valores de letalidad utilizando la ecuación (1).

$$letalidad = 10^{(T-T_0)/z}$$

Una vez que se tienen los datos de letalidad se procede a graficar sus valores en función del tiempo de proceso, posteriormente se realiza el cálculo de F_0 , mediante cualquier método como puede ser, la integración numérica de Simpson.

2.5.2.4. Integración numérica de Simpson

Para determinar F_0 , se puede aplicar diversos métodos para su cálculo una de ellas es la integración numérica de Simpson. Para la cual consideramos una función $f(x)$ continua en el intervalo $[a, b]$ y una partición del mismo con el fin de obtener una estimación de $\int_a^b f(x) dx$, el fundamento de estos métodos es evaluar el área bajo la curva resultando éste en unidades de Letalidad (adimensional) y en unidades de F (min). La regla de Simpson se obtiene aproximando la función $f(x)$ en cada dos subintervalos mediante un polinomio de grado dos. El método se ilustra en la Figura 7 (Vasquez & Jimenez, 2009).

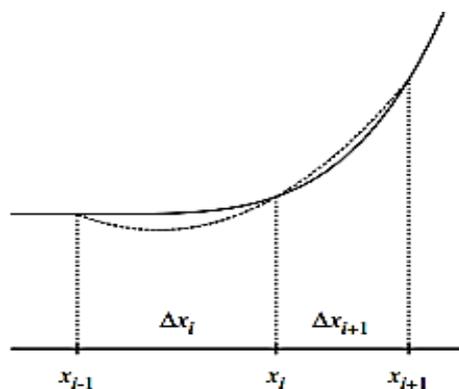


Figura 9. Regla de Simpson.

Integración numérica

Dada la función $f(x)$, cuya aproximación está dada por la ecuación que pasa por los $n+1$ puntos pivotes para los que $x = x_0, x_1, x_2, \dots, x_n$, todos ellos igualmente espaciados, entonces se podrá tener una aproximación a la integral de la función:

$$\int_{x_0}^{x_n} f(x) dx = \int_{x_0}^{x_n} \left[y_0 + k\Delta y_0 + \frac{k(k-1)}{2!} \Delta^2 y_0 + \frac{k(k-1)(k-2)}{3!} \Delta^3 y_0 + \dots \right] dx \quad (5)$$

Resolviendo la ecuación así, el segundo miembro se denomina fórmula de Simpson del 1/3 y está expresado como:

$$A_{\frac{1}{3}} = \frac{h}{3} \left[y_0 + y_n + 2 \sum \text{ordenadas de orden par} + 4 \sum \text{ordenadas de orden impar} \right]$$

En esta fórmula se remplazan los valores de letalidad obtenidos y se procede a la determinación de F_0 .

2.6. VIDA DE ANAQUEL

Al definir vida en anaquel o vida útil, se hace referencia al periodo entre la elaboración o manufactura de un producto alimenticio y su venta, también se define como la durabilidad y el período de tiempo durante el cual el alimento se conserva apto para el consumo desde el punto de vista sanitario, y mantiene sus características sensoriales y funcionales por encima del grado límite de calidad previamente establecido como aceptable (Cantillo, Fernandez, & Carlos, 1994).

Por otro lado, Labuza & Schmidl (1990), deducen que la vida en anaquel es el tiempo durante el cual el producto envasado y almacenado no se percibe significativamente diferente a producto inicial. Durante este tiempo el alimento sufre una disminución tolerable de su calidad sin llegar a incumplir alguna norma legal establecida para el producto, desarrollada de acuerdo a las características del alimento (considerando la posibilidad de riesgos físicos, químicos, nutricionales o microbiológicos y sensoriales). Por lo tanto, son numerosos los indicadores de la vida útil de un alimento que pueden ser empleados, entre ellos se destaca:



- Evaluación sensorial
- Concentración de nutrientes
- Concentración de aromas, sabores y colorantes químicos
- Color y textura instrumental
- Índices de oxidación de lípidos
- Acidez
- Turbiedad
- Separación de fases Recuento de microorganismos, producción de toxinas
Concentración de migrantes o permeantes, etc.

Díaz (2005), menciona que en el almacenamiento ocurre el deterioro de los alimentos, esto gracias a que se dan diferentes procesos como: La acción de microorganismos, que hace que el alimento rebase los límites aceptables, desde el punto de vista higiénico, así también podrían existir cambios organolépticos inaceptables. En cuanto a los procesos físicos, se puede resaltar la evaporación de agua, cambios de coloración y alteraciones del aroma, debidos a la pérdida de compuestos volátiles. Y los procesos químicos y bioquímicos, como es el caso de la reacción de Maillard, autólisis de proteína, oxidación de grasas, maduración de fruta, entre otras.

Alimentos estables. Se definen a los alimentos que pueden ser conservados a temperatura de ambiente, incluyendo aquellos no procesados ya que debido a su baja a_w (< 12% de agua libre), no son afectados por microorganismos y pueden ser almacenados en ambiente fresco, seco, limpio y protegido del sol, se conservan muchos meses sin alterarse, como ejemplo pueden citarse las legumbres, productos deshidratados, aceite y otros, y los preservados por esterilización (alimentos esterilizados en su envase, fundamentalmente los enlatados o los envasados en frascos de vidrio), etc.

2.6.1. Análisis de la vida útil

Según Rojas (2013), los estudios de determinación de la vida útil son fundamentales en el sector alimentario. Por lo general se recurren a ellos para lanzar un nuevo producto y para evaluar cómo afectan los cambios de procesos de producción o las reformulaciones en la estabilidad de alimentos ya consumidos. Estos estudios deben adaptarse a un determinado producto, para así evaluar los cambios que experimenta durante su conservación y que influyen en su calidad. Para dicha evaluación, se tiene que



tomar en cuenta tanto los límites de calidad que fija el consumidor como la normativa específica del alimento. El consumidor identifica la pérdida de calidad con cambios de color, sabor, textura o rancidez del producto. Se considera que un estudio de vida de anaquel concluye cuando:

- La presencia de moho, o el crecimiento bacteriano es visible
- Los conteos totales altos o la presencia de determinados microorganismos hacen el producto rechazable para el consumidor
- Debido a la aparición de cambios físicos que producen olores atípicos, decoloración, separación de fases, espesamiento, deshidratación superficial, etc.

2.6.2. Predicción de vida útil

La vida útil es un aspecto importante de todos los alimentos. Para su determinación se requiere conocer bien el producto. Esto incluye cultivo, aditivos, manufactura, distribución y consumidor (Man C. & Jones A, 1994). Existen diferentes métodos para conocer La vida útil de los productos, uno de ellos es aplicando un modelo matemático para la cinética química, lo describimos a continuación:

2.6.2.1. Modelo matemático para la cinética química, aplicando reacciones de orden 0

Si se emplean modelos matemáticos, se determina experimentalmente la cinética de la reacción, relacionando magnitudes fisicoquímicas con el tiempo (En la presente investigación se tomó como referencia los valores de acidez determinados durante 30 días de almacenamiento) y con ello se estima la vida media del producto (Rahaman, 1995). Para ello es necesario obtener valores del atributo de calidad (Acidez), a diferentes tiempos, mejor si es más de tres, para una mayor exactitud.

Según, Israel (1995) considerando los principios fundamentales de la cinética química se tiene:

$$\frac{dA}{dt} = -kA^n \quad (6)$$



Donde:

A: Es un factor físico, químico, microbiológico o sensorial de calidad; k es una constante que representa la rata de variación del factor A, la cual puede ser positiva o negativa, dependiendo de si se trata de ganancia o de pérdida.

n: Es el orden de la reacción,

t: Es el tiempo.

k: Velocidad de Reacción

En la reaccion de orden 0, por lo tanto $n = 0$:

$$\frac{dA}{dt} = -k \quad (7)$$

Esto implica que la velocidad de pérdida de A es constante con el tiempo e independiente de la concentración de A. Por lo que intengrando la ecuacion (7), se tiene:

$$\int_{A_0}^{A_e} dA = -k \int_0^t dt \quad (8)$$

Integrando la ecuacion anterior se tiene :

$$A_e - A_0 = -kt \quad (9)$$

Donde:

Ae: Valor final de la vida media

Ao: Valor inicial del atributo de calidad

k: Es constante aparente de reacción

t: Tiempo final de vida en anaquel en días o meses

Esto implica que el factor de disminución de la calidad es constante (k), en unidades de concentración/tiempo, cuando todos los factores extrínsecos son constantes. Debe tenerse en cuenta que una reacción de orden cero no implica que el mecanismo es un rompimiento mono molecular independiente de la concentración de las especies reactantes. Él sugiere solamente que A, es una función del tiempo representada en una gráfica lineal con una alta correlación.



III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Laboratorio de Frutas y Hortalizas (Elaboración de la bebida); Laboratorio de Control de calidad de la Escuela Profesional de Ingeniería Química (fermentación, clarificación, pasteurización, envasado, y su respectivo control); Laboratorio de Microbiología (análisis microbiológico) y Laboratorio de Post Cosecha (análisis de viscosidad y color), instalaciones pertenecientes a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial – Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA Puno. Y el análisis Proximal se realizó en el laboratorio del Instituto de Innovación Agraria INIA- Puno.

3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS

3.2.1. Materia prima

Se utilizó dos variedades de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Blanca de Juli y Pasankalla, las cuales fueron adquiridas del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) - Puno.

3.2.2. Insumos

- Manzana (Variedad Granny smith)
- Azúcar Blanca
- Canela

3.3. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

3.3.1. Materiales de laboratorio

- Pipetas volumétricas de 5, 10, 25ml
- Pizetas (500 ml)



- Probeta de 100 y 250 ml
- Tubos de ensayo de 16 x 160 mm
- Vasos de precipitado: 100, 250, 500 y 1000 ml
- Baguetas de vidrio
- Equipo de titulación.
- Fiolas de 500, 1000 ml.
- Matraz Erlenmeyer de 100, 250, 500 ml
- Papel filtro Whatman

3.3.2. Otros materiales

- Envases de vidrio color ámbar 330 ml
- Barbijos
- Chapas metálicas
- Tamiz de malla ultrafina
- Embudo de plástico
- Gorros estériles
- Guantes estériles
- Jarra de plástico 1 L
- Ollas de 20 L
- Baldes de plástico

3.3.3. Equipos

- Autoclave vertical (marca FRAVILL con capacidad de 125 lts. Consumo de vapor de 70 kg/h tipo VA--0. Hungría).
- Balanza analítica electrónica (KERN ABC capacidad máx. 2208).
- Cocina
- Colorímetro (Portable Color Difference Meter SC20)
- Enchapadora para botellas de vidrio artesanal manual (Marca Emily – corona de 26 y 29 mm)
- Equipo de titulación de acidez (marca Kimax)
- Equipo de baño maria (Modelo S-22, 30-99 °C)
- Estufa (Marca Binder T° max. 300 °C)
- Potenciómetro digital (marca Checker HANNA)
- Refractómetro (HI 968010 a 85% brix)



- Refrigeradora (COLDEX Capacidad 265 L)
- Termómetro (HERMOMELER -50°C a 300°C).
- Termómetro digital (marca Checker HANNA, rango de -10 a 150°C)
- Turbidímetro digital (DR/950 colorimeter)
- Viscosímetro (modelo 802 marca Nahita)

3.3.4. Reactivos

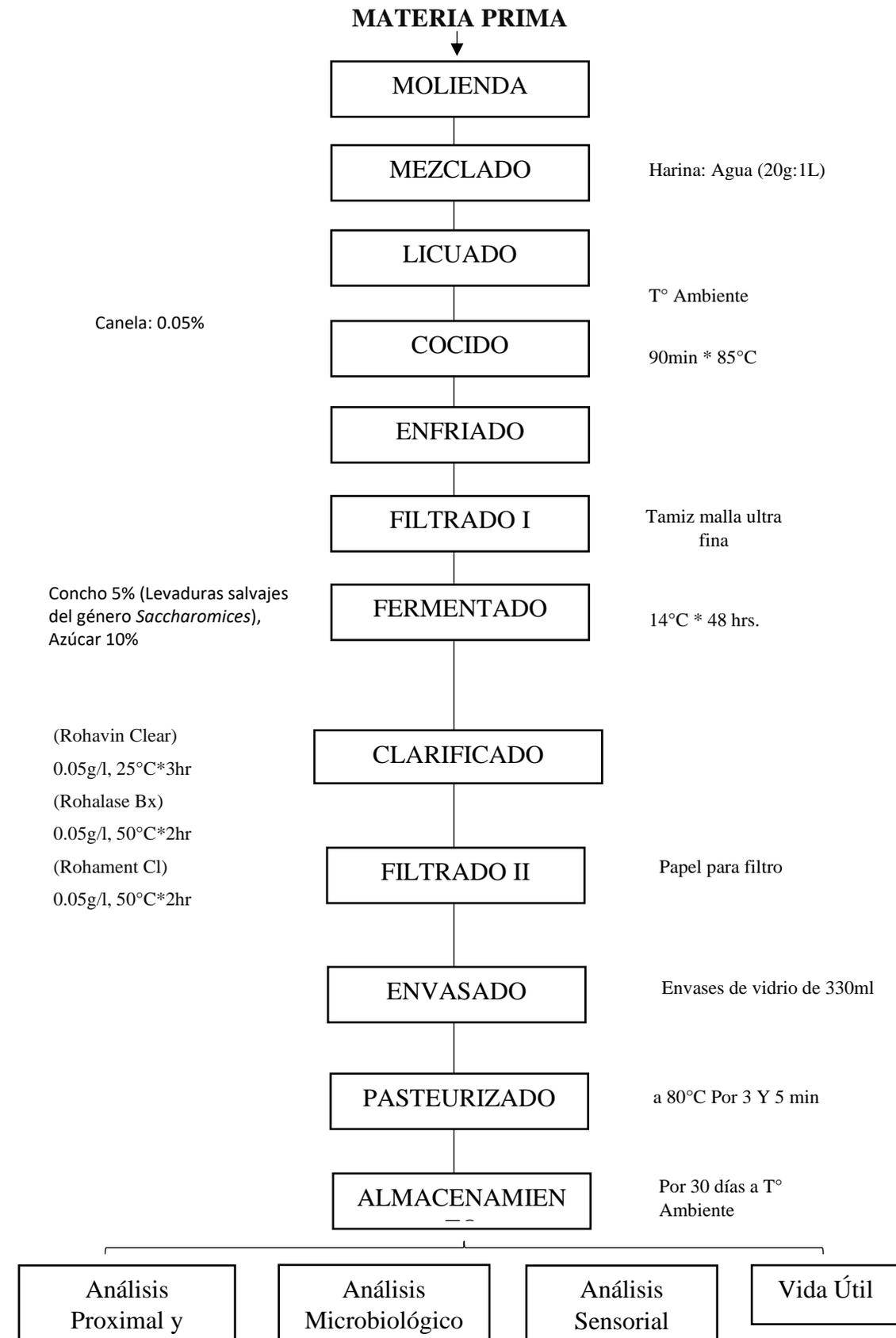
- Buffer (PH 4 y 7)
- Fenolftaleína 1%
- Agua destilada
- Alcohol etílico de 70%
- Hidróxido de sodio al 0,1 N - Solución de ácido sulfúrico al 0,1%

3.3.5. Medio de cultivo, enzimas

- Agar plate count (PCA)
- Agar oxitetraciclina glucosa (OGY)
- Peptona de caseína
- Complejo enzimático de actividad β - glucanasa- celulasa- endo xilanasa. (Rohavin Clear)
- Complejo enzimático de combinación pectinasa/celulasa/hemicelulasa. (Rohalase Bx)
- Complejo enzimático de combinación β - glucanasa /proteasa. (Rohament Cl)

3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Para la elaboración de la bebida, su clarificación y fermentación, se siguió el diagrama de flujo presentado en la Figura 10.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 10. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de bebida fermentada, clarificada y pasteurizada de quinua.



3.4.1. Descripción del proceso

A) Recepción de Materia Prima

La materia prima (Quinoa) de variedad Blanca de Juli y Pasankalla, se recepcionó, verificando que no haya impurezas ni partículas extrañas en ambas variedades, separándolas para ser sometidas a molienda.

B) Molienda

Cada variedad de quinoa fue sometida por separado a una molienda que se realizó mediante un molino de martillos, por un tiempo de 5 minutos, para disminuir el tamaño de grano, obteniendo la harina de quinoa de ambas variedades y así se pueda acelerar el proceso de cocción.

C) Mezclado

Se realizó la mezcla de harina de quinoa y agua en una proporción de 20g de harina por cada Litro de agua, removiendo constantemente para evitar la aglomeración del mismo.

D) Licuado

Una vez obtenida la mezcla se procedió a licuar a temperatura ambiente, por un tiempo de 5 minutos, con la finalidad de homogenizar uniformemente y evitar posteriores coágulos en la cocción, para ello se utilizó una licuadora comercial.

E) Cocción

La mezcla fue llevada a ebullición, este proceso de cocción duró 90 minutos a 75°C en agitación constante. En este proceso se agregaron las especias (canela, cascara de manzana) las cuales dieron aroma y sabor al producto final. Además, se le agregó azúcar 10% de la cantidad de la bebida.



F) Enfriado

Para esta etapa se dejó enfriar la bebida de quinua hasta llegar a aproximadamente 32 °C, para su posterior fermentación.

G) Filtrado I

En esta primera etapa se separó el líquido de los componentes sólidos (sedimento de harina de quinua), con la ayuda de un tamiz de malla ultrafina, para tener más eficiencia en el filtrado.

H) Fermentado

En la fermentación se realizó la adición de un iniciador natural, el cual es el sedimento de la chicha de jora, que contiene las levaduras responsables de la fermentación de la bebida (*Saccaromyces Cereviciae* y algunas otras bacterias lácticas). Se adicionó el 5% de la cantidad total de bebida preparada, a una temperatura de $32\pm 2^{\circ}\text{C}$, se fermentó durante 48 horas.

I) Hidrolizado Enzimático

En este proceso se añadió los diferentes complejos enzimáticos bajo los siguientes parámetros:

- Rohavin Clear (Pectinasa – celulasa- hemicelulasa). Temperatura óptima 25° C a un tiempo de 3hr, añadiendo una dosis de 0.05 g/L.
- Rohalase Bx (β glucanasa – proteasa) temperatura óptima 50° C a un tiempo de 2hr, añadiendo una dosis de 0.05 g/L.
- Rohament Cl, temperatura óptima 50° C 2hr, añadiendo una dosis de 0.05 g/L. El control de temperatura óptima para la adición de la enzima, se realizó con un termómetro digital.

En este proceso las enzimas utilizadas realizaron la hidrólisis del almidón, hasta la obtención de azúcares simples, para que las levaduras puedan asimilarlas mejor y en su totalidad. También reduciendo la turbiedad del mosto al degradarse



pectinas, celulosas, β -glucanos y solubilizar proteínas, mejorando así el proceso de clarificación.

J) Filtrado II

Una vez finalizado el tiempo de inoculación de las enzimas hidrolíticas y ya sedimentada la bebida. Se realizó un trasvase, separando la bebida del sedimento que quedó, luego se procedió a filtrar nuevamente, con papel filtro para separar el sedimento restante de la bebida, así como las partículas en suspensión, con la ayuda de una tela para filtro.

K) Envasado

Teniendo ya la bebida fermentada y clarificada de quinua, se envasó en botellas de vidrio color ámbar (ayuda a que la luz no desestabilice algunos compuestos químicos, ya que se trata de una bebida fermentada), de 330ml previamente esterilizados a 121°C por 15 min en autoclave y se sellaron con chapas metálicas, mediante un enchapador de brazo.

L) Pasteurizado

Se aplicó tratamiento térmico a 80 °C, se trabajó con dos tiempos diferentes de 3 y 5 minutos, para determinar el mejor tiempo de proceso y hallar F_0 , para cada tratamiento con Enzima. Para lo cual, las bebidas fermentadas ya envasadas, se sometieron a calentamiento por baño maría, controlando con la ayuda de un termómetro digital, se controló la temperatura en el centro del envase en cada minuto, hasta llegar a la temperatura de estudio, terminado el tiempo de pasteurización se sometió las bebidas a un enfriamiento por inmersión, controlando también el tiempo de enfriamiento.

Las temperaturas tomadas en cada minuto de proceso (descritas en el anexo 3), fueron necesarias para el cálculo de letalidad por el método general, en cada minuto de proceso, así ayudar en la construcción de la curva de tiempo de proceso.



M) Almacenamiento

Se almacenó las bebidas pasteurizadas durante 30 días a temperatura ambiente, para evaluar la estabilidad del producto, controlando la acidez, pH, Brix.

3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.5.1. Determinación de análisis proximal de la bebida fermentada, clarificada y pasteurizada

El análisis de grasa, proteína, carbohidrato, humedad y cenizas, se determinó de acuerdo a los métodos establecidos en las Normas Técnicas Peruanas.

3.5.1.1. Determinación de humedad

La determinación de humedad se realizó por diferencia, que consiste en la desecación en estufa a 65° con una muestra de 5 gramos, hasta lograr el peso constante durante 12 horas. Finalmente, el cálculo de humedad se hizo por diferencia de peso, entre el peso inicial y el peso final, obteniéndose en forma directa el porcentaje de humedad mediante la siguiente formula (Cerrón, 2013).

$$\% \text{Humedad} = \frac{\text{Peso total} - \text{Peso final}}{\text{Peso muestra}} * 100$$

3.5.1.2. Determinación de grasa

Se procedió mediante el método Soxhlet, de extracción de grasas, para lo cual se pesó dos gramos de muestra, se empaquetó en un papel filtro Whatman N°2, luego se colocó el papel en el cuerpo del aparato Soxhlet, previamente tarado libre de humedad y luego se agregó el hexano. La masa obtenida conteniendo las materias grasas se extrajeron con el éter, el solvente se evaporó y se procede a pesar el residuo (Guamán, 2013).

Los cálculos se realizaron con la siguiente formula:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{(\text{Peso de materia con grasa}) - (\text{Peso de matraz vacio})}{\text{Peso de la muestra}} * 100$$

3.5.1.3. Determinación de ceniza

Se realizó según el método gravimétrico (NTP 209. 265, 2013). Basado en la incineración de la materia orgánica y la obtención de residuos a una temperatura de 600°C, hasta la obtención del peso constante, para la determinación se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ ceniza} = \frac{\text{Peso de ceniza} * 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

3.5.1.4. Determinación de proteínas

Se determinó por el método Kjeldahl (Bermúdez, 2017), utilizando el factor 6.25, para llevar el nitrógeno a proteína total, este procedimiento está comprendido por tres fases: digestión, destilación y titulación.

Se pesó 0.1 gramos de muestra, se envolvió en papel filtro, se introdujo en el balón Kjeldal, se agregó 25 mililitros de H₂SO₄ concentrado y se colocó en la cocina eléctrica para la digestión completa. A la muestra digerida se agregó NaOH y luego se conectó el vapor para que se produzca la destilación. Se procedió a conectar el refrigerante y se recibió el destilado en un Erlenmeyer con contenido de ácido bórico más indicador de pH. La destilación terminó al viraje de color. Luego se procedió a la titulación y se anotó el gasto del HCl.

Los cálculos se realizaron mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ de Nitrógeno} = \frac{\text{ml de HCL} * \text{Normalidad} * \text{meq} * 100}{\text{Gramos de muestra}}$$

$$\% \text{ Proteína} = 6.25 * \% \text{ Nitrógeno}$$

3.5.1.5. Determinación de fibra

Se determinó de acuerdo al método Weendy (García & Mamani, 2008) La muestra exenta de grasa fue tratada con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de potasio en concentraciones conocidas. El residuo se prepara por filtración, lavado, desecación y se procede a pesar el residuo insoluble, determinando posteriormente su pérdida de masa por calcinación a 550°C, el cálculo final se realizó mediante la siguiente formula:



$$\% \text{ de fibra} = \frac{p1 - p2}{\text{Peso de muestra}} * 100$$

3.5.1.6. Determinación de carbohidratos

El porcentaje de carbohidratos fue determinado por diferencia, restando de 100, los porcentajes de humedad, grasa, fibra y cenizas como se muestra en la siguiente formula (García & Mamani, 2008):

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\% \text{ cenizas} + \% \text{ fibra} + \% \text{ grasa} + \% \text{ proteína})$$

3.5.2. Determinación de acidez titulable

La acidez se determinó de acuerdo al método volumétrico, aplicado por Zambrano (2012), cual fue realizada en la bebida obtenida clarificada y pasteurizada. Asimismo, en la evaluación en el almacenamiento. La determinación de la acidez total de la muestra se llevó a cabo mediante una valoración ácido-base, utilizando Hidróxido de sodio (NaOH) y fenolftaleína como indicador; los resultados obtenidos corresponden a la suma de los ácidos minerales y orgánicos, en el caso exclusivo de la bebida fermentada el ácido láctico. Una vez obtenido el volumen de gasto se utilizó la siguiente formula:

$$\% \text{ Ácido láctico} = \frac{\text{VNAOH} * \text{NNaOH} * \text{meqácido láctico} * 100}{\text{Vmuestra}}$$

Donde:

VNAOH: Volumen de gasto utilizado para la titulación.

NNaOH: Normalidad del NaOH

Meqácido láctico: Mili equivalente del ácido láctico (0.09008)

Vmuestra: Volumen de la muestra analizada.

3.5.3. Determinación de pH

El pH, fue determinado utilizando un pH – metro previamente calibrado utilizando una solución buffer, por lo que se preparó la muestra en un vaso de precipitado, cantidad



suficiente para seguidamente introducir el electrodo y leer directamente el valor (Zambrano, 2012).

3.5.4. Determinación de los sólidos solubles

Se determinó utilizando un Brixómetro digital (Brix a 17°C), para cual se pipeteó 5ml de muestra de bebida, seguidamente en el brixómetro calibrado se colocó una gota de muestra, procediendo a dar lectura directa (A.O.A.C, 2000).

3.5.5. Determinación de la turbiedad

Para la medición de la turbiedad de las bebidas clarificadas, se utilizó el método nefelométrico que se basa en la comparación de la intensidad de la luz dispersada por la muestra en condiciones definidas, con la intensidad de la luz dispersada por una solución patrón de referencia en idénticas condiciones. Cuanto mayor es la intensidad de la luz dispersada, más intensa es la turbiedad. Para ello se usó un turbidímetro digital, donde se vertió la muestra en un tubo de ensayo graduado (25ml), y se procede a tapar la muestra y la tapa del turbidímetro, para dar lectura directa. El valor registrado fue en NTU (Unidad Nefelométrica de Turbiedad), según lo establecido por la NIT.892.000.148-8 (2015).

3.5.6. Determinación del grado alcohólico

Para obtener los resultados de contenido de alcohol, las muestras fueron llevadas a un proceso de destilación simple este proceso se llevó a cabo por medio de una sola etapa, es decir, que se evaporó el líquido de punto de ebullición más bajo y se condensó por medio de un refrigerante por un tiempo de 45 a 50 min, una vez obtenido el destilado se dio lectura con un alcoholímetro (Pomaski, 2012).

3.5.7. Determinación de color

El color fue determinado con la ayuda de un colorímetro SC20, en la escala CIE L*, a* y b*, en dónde L mide el brillo de la superficie, a representa la intensidad del color verde y rojo y b la intensidad del color azul y amarillo. Con los valores de a y b, se calculó el croma (C*) y el ángulo de tono (Hue*) de acuerdo a lo reportado por Galoto (2010) y Monar (2014).

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$\text{Hue}^* = [\text{arc.tg}(b^*/a^*)] * (180/\pi)$$

Donde:

C*: Cromo

Hue*: Angulo de tono

a*: Tendencia del color al rojo (positivo) o al verde (negativo)

b*: Tendencia del color al amarillo (positivo) o al azul (negativo)

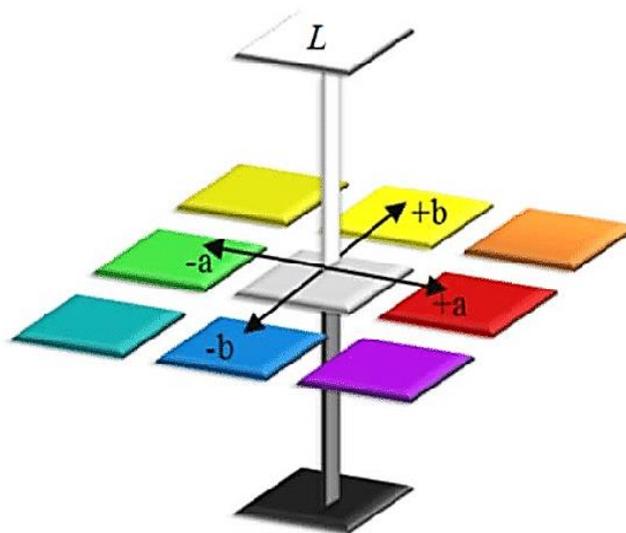


Figura 11. Escala cromática L, a, b (Telmo, 2017).

3.5.8. Determinación de viscosidad

La determinación de la viscosidad se realizó utilizando el viscosímetro Brookfield, tomando como referencia la técnica usada para determinar la viscosidad de un gel de almidón preparado por calentamiento indirecto, para lo cual se puso la muestra de bebida clarificada y pasteurizada en un vaso de precipitado y se introdujo la aguja dentro la cual fue medida como una fuerza de torsión sobre una aguja rotante con temperatura y velocidad constante (Aristizabal & Sanchez, 2007).



3.5.9. Análisis microbiológico

Se realizó los análisis microbiológicos a las bebidas obtenidas de ambas variedades clarificadas y pasteurizadas para comprobar que las bebidas sean aptas para el consumo humano.

a) Recuento de aerobios mesófilos

Se utilizó el método descrito por ICMSF (2002). El recuento se realizó en placa por incorporación en el medio Plate count (PCA), la incubación a de 37°C por 24 horas.

b) Recuento de mohos y levaduras

Se utilizó el método descrito por AOAC (1980). El recuento se realizó en placa por incorporación en el medio oxitetraciclina glucosa levadura (OGY), la incubación a 24°C por 5 días.

c) Coliformes totales

Se utilizó el método descrito por Delgado & Quartino (2013), de cada dilución se pipeteó una alícuota de 1 ml y se sembró de placas Petri contenido con agar Mac Conkey. Luego las placas Petri se llevaron a la estufa a 35°C por 48 horas. Finalmente, transcurrido este periodo se procedió a contar las colonias formadas con el equipo cuenta colonias.

3.5.10. Análisis sensorial

Se aplicó una prueba de aceptación sensorial, utilizando una escala hedónica estructurada descendiente de 5 puntos siendo 1 “me gusta mucho” y 5 “me disgusta”. Dicha evaluación se realizó con jueces semi entrenados (20 panelistas) , utilizando una cartilla de evaluación sensorial (Anexo 7), en un puesto de venta de chicha de quinua de la ciudad de puno, donde se elabora la bebida artesanalmente, debido a que la bebida fermentada de quinua tendrá características similares a ésta. Los atributos sensoriales que se evaluaron fueron: olor, sabor y apariencia general.

3.5.11. Determinación de vida en anaquel

El cálculo de predicción de vida en anaquel se realizó por el método cinética de las reacciones químicas con la ecuación de primer orden, considerando una acidez crítica de 0.35, calculando así el número de días en que la bebida mantuvo las características sensoriales y de seguridad aceptables por el consumidor (Morales & Sanchez, 2003). El procedimiento se realizó gracias a los datos de acidez, obtenidos de la evaluación durante el almacenamiento por 30 días, se tomó la acidez determinada en el último día de evaluación, y la acidez del primer día, para luego ser remplazadas en la siguiente fórmula. (ecuación 9)

$$A_e - A_o = -kt$$

Donde:

A_e: Valor final de la vida media

A_o: Valor inicial del atributo de calidad

k: Es constante aparente de reacción

t: Tiempo final de vida en anaquel en días o meses

Primero se tiene que hallar el valor de K (velocidad de reacción):

$$K = (A_o - A_e) / t \quad (10)$$

Seguidamente, habiendo encontrado el valor K para determinado tratamiento, se remplaza los valores de acidez crítica consideradas en la investigación (0.35) y la acidez inicial en la misma fórmula para hallar el tiempo de vida en anaquel. En el anexo 9, se puede apreciar los cálculos de vida en anaquel para cada tratamiento.

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En el presente trabajo de investigación se utilizó un Diseño Completo al Azar (DCA), con arreglo factorial y tres repeticiones por tratamiento. Para procesar los datos obtenidos durante la investigación, se aplicó el análisis de varianza (ANVA), para determinar el nivel de influencia o participación de las variables independientes sobre cada una de las variables respuestas con un 95% de nivel de confianza, asimismo, se aplicó una prueba



de comparación múltiple LSD ($P > 0.05$) para determinar las posibles diferencias entre los tratamientos. Para la determinación de todo ello se utilizó el software estadístico STATGRAPHICS Centurión XVI, asimismo se trabajó en Excel para el procesamiento de datos iniciales.

3.6.1. Obtención de una bebida fermentada a partir de dos variedades de quinua Blanca de Juli y Pasankalla

Se evaluó la influencia del tiempo de fermentación (0, 8, 16, 24, 32, 40, 48) horas y variedades de quinua (Blanca de Juli, Pasankalla), sobre el contenido de °Brix y pH de las bebidas obtenidas. Utilizando un diseño completamente al azar de $2 \times 7 \times 3$ repeticiones, donde los niveles del factor A y B fueron:

Tabla 6. Tratamientos evaluados para determinar °Brix y pH

A. Variedad	B. Horas de Fermentación	Repeticiones
Blanca de Juli	0	3
	8	3
	16	3
	24	3
	32	3
	40	3
	48	3
Pasankalla	0	3
	8	3
	16	3
	24	3
	32	3
	40	3
48	3	

▪ VARIABLES DE RESPUESTA

-Brix, pH

3.6.2. Evaluación del efecto de diferentes enzimas sobre la clarificación de la bebida fermentada

Se evaluó la influencia de las variedades de quinua (Blanca de Juli, Pasankalla y las enzimas utilizadas (Rohavin clear, Rohalase Bx, Rohament Cl), sobre la Turbiedad (NTU) de las bebidas fermentadas, considerando la muestra testigo de cada variedad para ello se utilizó un diseño completamente al azar de $2A \times 4B \times 3$ repeticiones, donde los niveles del factor A y B fueron:

Tabla 7. Tratamientos evaluados para determinar Turbiedad

A. Variedad	B. Enzimas	Repeticiones
Blanca de Juli	E1	3
	E2	3
	E3	3
	Testigo	3
Pasankalla	E1	3
	E2	3
	E3	3
	Testigo	3

▪ **VARIABLE DE RESPUESTA**

-Turbiedad (NTU)

3.6.3. Evaluación del tiempo de proceso de pasteurización de la bebida fermentada clarificada

Se evaluó el tiempo de proceso de pasteurización de las bebidas fermentadas y clarificadas, con 3 min (P1) y 5min (P2) de pasteurización, para ello se tomó los datos de temperatura (tomados en cada minuto de proceso), y se calculó la letalidad en cada punto, esto se realizó para cada tratamiento con enzimas y su respectivo tiempo de pasteurización P1(E1, E2, E3); P2(E1, E2, E3), aplicado a ambas variedades de quinua. Para ello se utilizó un diseño completamente al azar de $2A \times 3B$, donde los niveles del factor A y B fueron:

Tabla 8. Tratamientos evaluados para determinar tiempo de proceso.

A. Tiempo de pasteurización	B. Tratamientos con enzimas para ambas variedades de quinua
P1 (3min)	E1
	E2
	E3
P2 (5min)	E1
	E2
	E3

▪ **VARIABLE DE RESPUESTA**

- Letalidad (Tiempo de proceso (min))

3.6.4. Análisis proximal, grado alcohólico, color, viscosidad y microbiológico a la bebida fermentada clarificada y pasteurizada

Se evaluó la influencia de los tratamientos aplicados: Blanca de Juli (E1P1, E1P2, E2P1, E2P2, E3P1, E3P2, testigo); Pasankalla (E1P1, E1P2, E2P1, E2P2, E3P1, E3P2, testigo), sobre el análisis proximal (Humedad, proteína, grasa, fibra, ceniza, carbohidratos), Grado alcohólico y análisis microbiológico (Mohos, levaduras, coliformes, aerobios mesófilos). Para ello se utilizó un diseño completamente al azar de 2Ax7B, donde los niveles del factor A y B fueron:

Tabla 9. Tratamientos evaluados para determinar análisis proximal, grado alcohólico, y análisis microbiológico.

A. VARIEDADES	B. TRATAMIENTOS
Blanca de Juli	E1P1
	E1P2
	E2P1
	E2P2
	E3P1
	E3P2
	TESTIGO
Pasankalla	E1P1
	E1P2
	E2P1
	E2P2
	E3P1
	E3P2
	TESTIGO

▪ **VARIABLES DE RESPUESTA**

- Humedad, proteína, grasa, fibra, ceniza, carbohidratos (%).
- Grado alcohólico (°G.L).
- Mohos, levaduras, coliformes, aerobios mesófilos (ufc).

Para el análisis de viscosidad, color y vida en anaquel, se utilizó un diseño completamente al azar de 2Ax7Bx3 repeticiones, donde los niveles del factor A y B fueron:



Tabla 10. Tratamientos evaluados para determinar viscosidad, color y vida en anaquel.

A. VARIEDADES	B. TRATAMIENTOS	REPETICIONES
Blanca de Juli	E1P1	3
	E1P2	3
	E2P1	3
	E2P2	3
	E3P1	3
	E3P2	3
	TESTIGO	3
Pasankalla	E1P1	3
	E1P2	3
	E2P1	3
	E2P2	3
	E3P1	3
	E3P2	3
	TESTIGO	3

▪ **VARIABLES DE RESPUESTA**

- Viscosidad (cp), color
- Vida en anaquel (días).



IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. FERMENTACIÓN DE LAS BEBIDAS DE QUINUA

En la Figura 10 y 11. Se presenta los resultados del comportamiento de grados °brix y pH, evaluados durante la fermentación por 48 horas (en intervalos de 8 horas) para ambas variedades de quinua (Blanca de Juli, Pasankalla), en la primera, pasado el tiempo de fermentación llegó a los 14.1° Brix y la Pasankalla a los 13.6° Brix, ésta diferencia se debería a la diferente composición de carbohidratos de ambas variedades (pag. 8). Además, en ambos casos se evidencia un descenso de valores. Los valores determinados de pH y brix, se encuentran descritos en el Anexo 1.

4.1.1. °Brix

La Figura 12, muestra la variación de grados Brix, en la obtención de la bebida fermentada, durante las 48 horas de su evaluación (Los datos de grados Brix, se muestran en el anexo 1, cuadro A.1), donde se puede apreciar una clara disminución de sus valores a medida que pasa el tiempo, para el caso de la variedad Blanca de Juli, en un inicio tuvo 14.1 °Brix, a las 48 horas finales de fermentación llegó a 8.6 °Brix, de la misma manera la variedad Pasankalla descendió de 13.6 a 8.9, La principal causa de este descenso de Brix, según Gallego (2008), se debe al conjunto de transformaciones bioquímicas en donde los azúcares contenidos en el mosto fueron consumidos por las levaduras y posteriormente transformadas en etanol. Dentro de dichas azúcares fermentables se encuentran principalmente la glucosa y fructosa, así también la sacarosa y maltosa, que son rápidamente fermentadas cuando las levaduras producen enzimas invertasas que las convierten en hexosas (Badui, 1993).

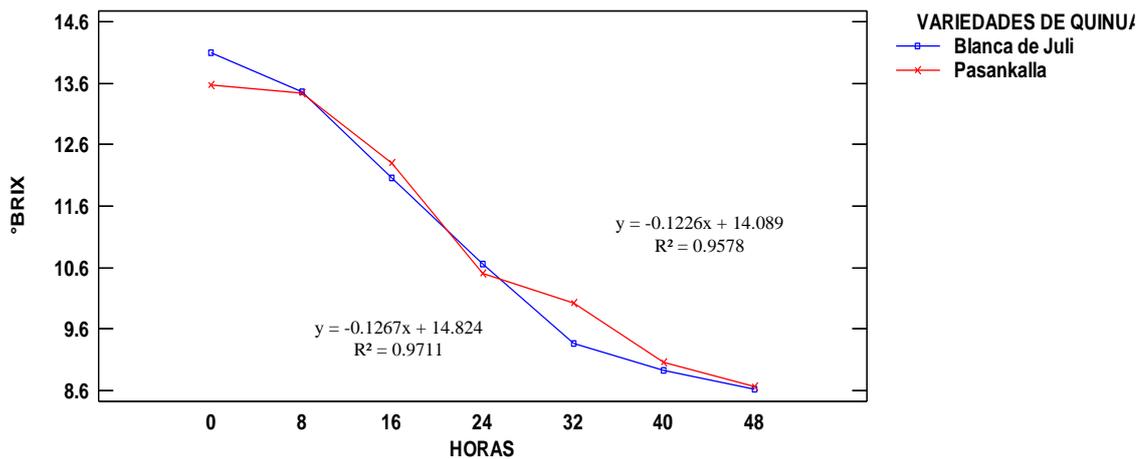


Figura 12. Comportamiento de °Brix durante la fermentación

Además, observamos que la tendencia de las dos curvas es similar y decrecientes en todos los puntos. Sin embargo, en las últimas horas podemos apreciar que la fermentación es más lenta, esto se debe a que la fermentación tiende a ser progresivamente inhibida o reducida a medida que aumenta la concentración de etanol, según lo mencionado por Bamforth (2005), lo mismo afirma Owen (2006).

En un estudio realizado por Pomaski (2012), donde evalúa los parámetros óptimos en la fermentación alcohólica para industrializar la chicha de jora, a diferentes niveles de pH (4.5 – 5.5) donde se controla el comportamiento de los grados brix durante 48 horas, se puede apreciar también el descenso del mismo, a medida que transcurre el tiempo, lo mismo ocurre en las diversas bebidas que son sometidas a fermentación debido al consumo de azúcares por las levaduras, además a partir de las 18 horas de fermentación los grados brix se mantienen estables, las reacciones de grados brix observadas en dicha investigación, concuerdan con lo ocurrido en la presente investigación.

Por otro lado, Valencia (2015), estudió el comportamiento de grados brix en 24 horas de fermentación de chicha de quinua variedad negra collana, donde observamos la misma reacción de grados brix con respecto al tiempo, sin embargo a las 24 horas de fermentación se obtiene 6 grados Brix, esto se debería a que se trabajó con quinua germinada, ya que según Bedon et al., (2013), los granos germinados de quinua contienen mayor cantidad de azúcares fermentables (en mayor proporción Glucosa), por lo que el consumo de azúcares fue mayor en corto tiempo.



En cuanto al modelo de regresión aplicado mediante el coeficiente de determinación R cuadrado, se aprecia que para pasankalla reporta un R cuadrado de 0.9711 y para blanca de juli 0.9578, esto quiere decir que los ° Brix explica en un 97% y 96% respectivamente para cada variedad, la variabilidad frente a las horas; asimismo, nos indica que hay un nivel de asociación fuerte entre esas variables.

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) (Anexo 1, cuadro A.3) se muestra que existe diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) para el factor horas sobre los °BRIX, debido a esta diferencia se realizó la prueba de comparaciones múltiples LSD (Anexo 1, cuadro A.4, A.5), donde se muestra diferencia de °Brix en cada 8 horas de evaluación, por lo que podemos deducir que las horas de fermentación influyeron significativamente en los grados brix de la bebida. Por otro lado, no existe diferencias ($p > 0.05$) para el factor variedades de quinua sobre °Brix, mostrando así que las bebidas obtenidas de ambas variedades de quinua Blanca de Juli y Pasankalla no influyeron durante la fermentación de la bebida.

4.1.2. pH

La Figura 13, muestra la variación de pH (Los datos de pH, se muestran en el anexo 1, cuadro A.1), en la obtención de la bebida fermentada, mostrando que la tendencia de las dos variedades de quinua es similar y decreciente en todos los puntos, lo que indica el correcto desarrollo de la fermentación durante las 48 horas de evaluación. En ambas variedades de quinua el descenso fue: Blanca de Juli (de 4.05 a 3.6) y Pasankalla (de 4.07 a 3.54).

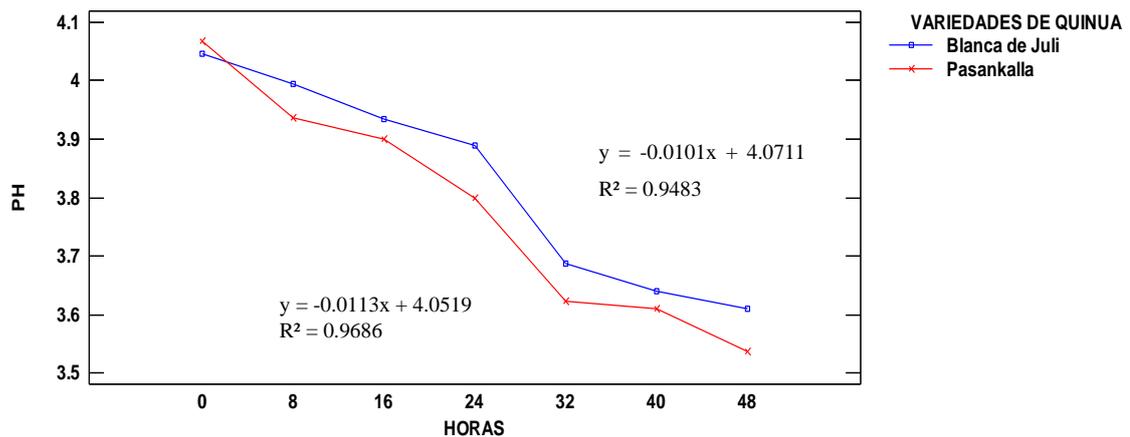


Figura 13. Comportamiento del pH durante la fermentación

El hecho de que el pH disminuya durante el proceso fermentativo, indica el intercambio entre los ácidos formados en el curso fermentativo (ácido láctico), permaneciendo de forma libre en solución, y las sales ácidas, que al insolubilizarse se separan del fermentado (Suarez & Iñigo, 2004).

Bamforth (2005), sostiene que aparte de producirse etanol durante la fermentación anaerobia, el pH disminuye a causa de la secreción de ácidos orgánicos, como es el ácido láctico, y protones por parte de la levadura. También menciona que durante el proceso de fermentación se da una transformación de aminoácidos por pérdida de nitrógeno, pasando a ácido, lo cual origina que ocurra una disminución de pH del medio.

En cuanto al modelo de regresión aplicado mediante el coeficiente de determinación R cuadrado, se aprecia que para pasankalla reporta un R cuadrado de 0.9686 y para blanca de juli 0.9483, esto quiere decir que, el coeficiente de determinación representa al 96% y 94% de variabilidad de datos respectivamente para cada variedad, que hacen posible predecir la variación de pH frente al tiempo, asimismo, nos indica que hay un nivel de asociación fuerte entre esas variables.

Con respecto al análisis de varianza (ANVA), (descrita en el anexo1. Cuadro A.5), se muestra que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) para el factor Horas y factor variedad de quinua sobre el pH, por lo que podríamos afirmar que el tiempo de fermentación influye en los valores de pH de la bebida, así también las variedades de quinua muestran diferencias con respecto al pH, en el proceso fermentativo. Por ello



realizamos la prueba de comparación múltiple LSD (descrita en el anexo 1, cuadro A.6), donde observamos que el factor horas influye significativamente hasta las 24 horas de fermentación, posteriormente se ve un similar descenso de pH en ambas variedades a partir de las 32 horas. Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Ward (1991), donde menciona que, para la fermentación por levaduras, los valores de pH comprendidos entre 3 y 6, son la mayoría de las veces favorables al crecimiento y actividad fermentativa; esta última es mayor cuanto mayor sea el pH (a mayor pH, mayor es la actividad fermentativa), y se produce un notable descenso a valores de pH de 3-4.

4.2. CLARIFICACIÓN DE LAS BEBIDAS FERMENTADAS DE QUINUA

4.2.1. Turbiedad

En la Figura 14, se muestran los valores de turbiedad de las bebidas fermentadas y clarificadas de quinua, tratadas con tres tipos de enzimas (E1, E2, E3), las cuales fueron comparadas con los valores de turbiedad de la muestra testigo, teniendo en cuenta que la cantidad de luz dispersa es proporcional a la turbidez de la muestra en Unidades Nefelométricas. Puig & Vayreda (2016), afirman que, al finalizar el proceso de fermentación, en el caso de las bebidas alcohólicas en general, se dan debido a la formación de complejos proteínas-polifenoles (taninos), que llevan a la formación de partículas coloidales, que enturbian el soluto, sin embargo, el uso de las enzimas hidrolíticas con algunos compuestos como la glucoamilasa, hidrolizan estas dextrinas a azúcares fermentables, lo que permite obtener un mosto más diluido, que ya con menor contenido calórico produce el mismo nivel de alcohol.

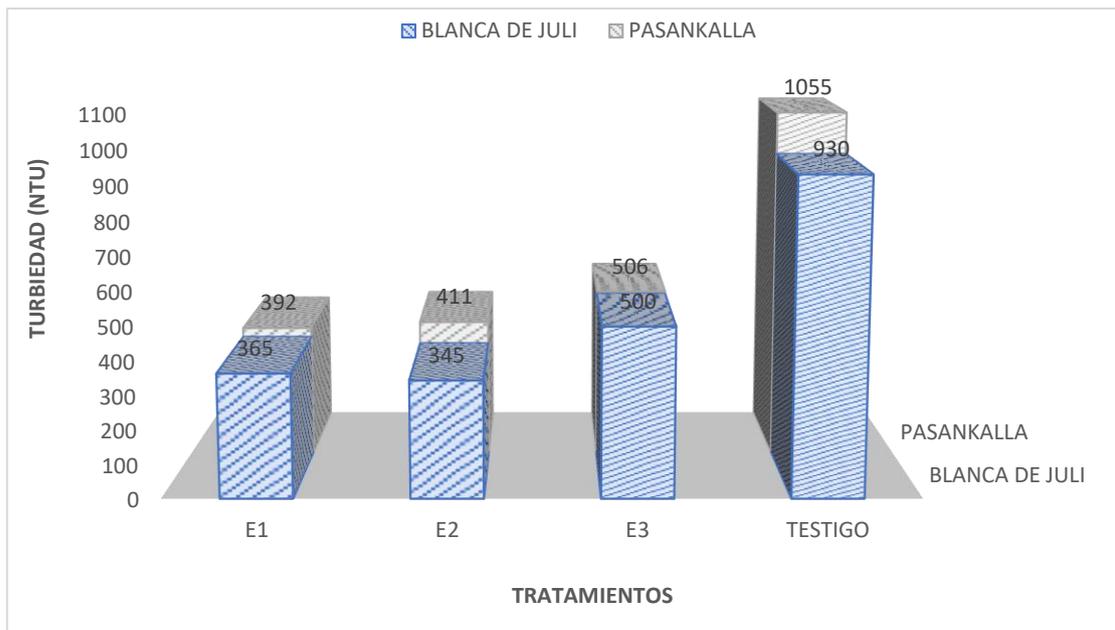


Figura 14. Valores de turbiedad de las bebidas fermentadas clarificadas

En la presente Figura y en el anexo 2 cuadro B.1, podemos observar claramente que la muestra testigo tiene una turbiedad muy alta 930 NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez) en la bebida fermentada obtenida de la variedad Blanca de Juli y 1055 NTU en la variedad Pasankalla, a diferencia de las bebidas que fueron tratadas con enzimas hidrolíticas ya que éstas mostraron una menor turbiedad, según los resultados el tratamiento que redujo en mayor proporción la turbiedad de la bebida fue: E2 Blanca de Juli, con 345 NTU (siendo la más eficiente), seguida de E1 Blanca de Juli y E1 Pasankalla con 365 y 392 NTU, respectivamente. Estos resultados se deben a los procesos enzimáticos ocurridos, según lo mencionado por Ward (1991), al utilizar enzimas (compuestas por celulasas, glucanasas, pectinasas) en una bebida, se produce una degradación de algunos componentes orgánicos, que facilitan la degradación de algunos tejidos polisacáridos en monosacáridos. Así también Pastore *et al.*, (2007), atribuye las ventajas del uso de enzimas como clarificantes a la degradación de sustancias de pectina, puesto que ocurre una hidrólisis de enlaces glucosídicos a lo largo de la cadena carbónica. Por otro lado, Bravo (1997) resalta las ventajas de la hidrólisis enzimática como es la mejora de la filtrabilidad, disminución de la tendencia a la cristalización, clarificación y estabilización de líquidos con vistas a su conservación, entre otras. Además, los resultados obtenidos concuerdan con un estudio realizado por Valencia (2015), donde obtuvo una bebida de quinua variedad Negra Collana fermentada por 24 horas, con una



turbiedad mínima de 356 NTU, esto gracias al uso de pectinasa, como clarificante, habiendo obtenido un resultado similar en cuanto a la turbiedad de la bebida.

Con respecto al análisis de varianza (ANVA) realizado (descrita en el anexo 2, cuadro B.1), se muestra que existe una diferencia estadística significativa ($p < 0.05$), para los factores enzima y variedad de quinua, sobre la turbiedad, así mismo en la interacción de éstas. Por ello realizamos la prueba de comparaciones múltiples LSD (descrita en el anexo 2, cuadro B.2), donde podemos observar que se forman 1 grupo con resultados homogéneos, los tratamientos con E1 y E2, con valores de NTU de 378 y 359 respectivamente, ya que no presentan diferencia significativa entre sí, sin embargo, este grupo con el tratamiento con E3 (502 NTU) y testigo (821 NTU) sí. Además, podemos afirmar q los tratamientos con enzimas son significativos sobre la turbiedad, donde según la prueba de comparación el tratamiento con E2, presenta mayor diferencia significativa con respecto a la muestra testigo (sin tratamiento), por lo cual podríamos decir que la mejor HIDRÓLISIS fue la del tratamiento con E2 Blanca de Juli, ya que redujo la turbiedad hasta 345 NTU.

4.3. PASTEURIZACIÓN DE LA BEBIDA FERMENTADA Y CLARIFICADA

Las bebidas fermentadas y clarificadas fueron pasteurizadas a 80°C por un tiempo de pasteurización de 3 y 5 minutos, esto se tomó como referencia a la cerveza que se pasteuriza entre 65 a 85°C, ya que según Hough (1990), los tratamientos a temperaturas excesivas podrían dañar el aroma por ser un compuesto volátil, entre otras propiedades. Para hallar el tiempo de proceso de pasteurización fue necesario utilizar los datos de penetración de calor y el cálculo de letalidad (en cada minuto tiempo-temperatura del proceso) por cada enzima (E1, E2, E3), para ello se utilizó la fórmula de cálculo de letalidad descrito por Orrego (2003), donde se utilizó un valor de $z=5$ valor de referencia para la levaduras, ello se realizó con cada tiempo de pasteurización 3 min (P1) y 5min (P2), dichos resultados se pueden observar en el Anexo 3, cuadros C.1, C.2, C.3, C.4, C.5, C.6. Las curvas de letalidad halladas, se muestran en las Figuras 15 y 16.

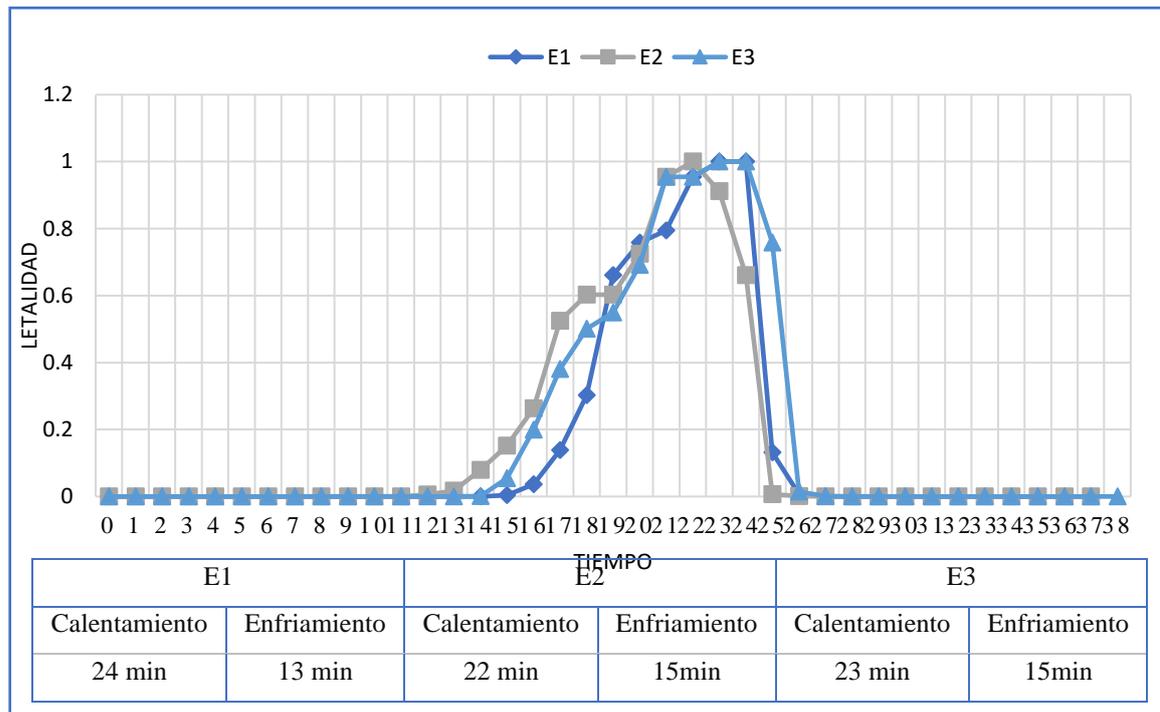


Figura 15. Curva de letalidad por ENZIMAS de los tratamientos con P1 a 80°C, para ambas variedades de quinua.

En la Figura 15, podemos observar la curva de letalidad con un tiempo de pasteurización de 3 min a 80°C, donde se obtuvo un tiempo de proceso total de 37 min para E1, finalizando el tiempo de calentamiento (cuando temperatura llega a 80°C, con un valor de letalidad=1) a los 24min y alcanzando un $F_0 = 5.6$ min (calculados mediante la integración numérica de Simpson, descritos en el anexo 3). Asimismo, para E2 se obtuvo un tiempo de proceso de 37min, un tiempo de calentamiento de 22 minutos y $F_0 = 6.45$, para el tratamiento con E3, se obtuvo un tiempo de proceso de 38 minutos, el tiempo de calentamiento alcanzó los 23 minutos y el valor de F_0 hallado fue de 5.50. Según Toledo (1985); un proceso de letalidad 1 es un proceso cuyo valor de razón letal asignada para cada temperatura representada es igual al recíproco del número de minutos requeridos para destruir el microorganismo de referencia a una temperatura dada.

Con respecto al análisis de varianza (ANVA), (anexo 3 cuadro C.7), se muestra que existe diferencia estadística significativa en el factor tiempo de proceso sobre la letalidad ya que ($p < 0.05$), evidenciando que el tiempo de proceso (cada 1min) influye significativamente sobre el valor de letalidad por lo que se realizó una prueba de comparaciones múltiples LSD, donde se aprecia que, a partir de los 14 minutos hasta llegar a los 25 minutos, la letalidad muestra un incremento acercándose al valor de

letalidad 1, mostrando así diferencia entre los demás tiempos de proceso de pasteurización. Esto se debe a que la letalidad es el efecto integrado de temperatura y tiempo sobre los microorganismos, ya que, al aumentar la temperatura, se produce una disminución logarítmica del tiempo necesario para destruir el número de microorganismos y esto puede ser expresado como la velocidad o eficacia letal, según lo mencionado por Peter Fellows & Francisco Sala (2017). Así mismo no existe diferencia significativa entre el factor Tratamientos con P1 sobre el factor letalidad, así también, los tratamientos con enzimas E1, E2, E3 con un tiempo de pasteurización de 3 minutos, no influyen sobre el valor de letalidad.

A continuación, se presenta la Figura 16, donde se muestra los resultados de tiempos de proceso para cada Enzima tratada con tiempo de pasteurización de 5 minutos.

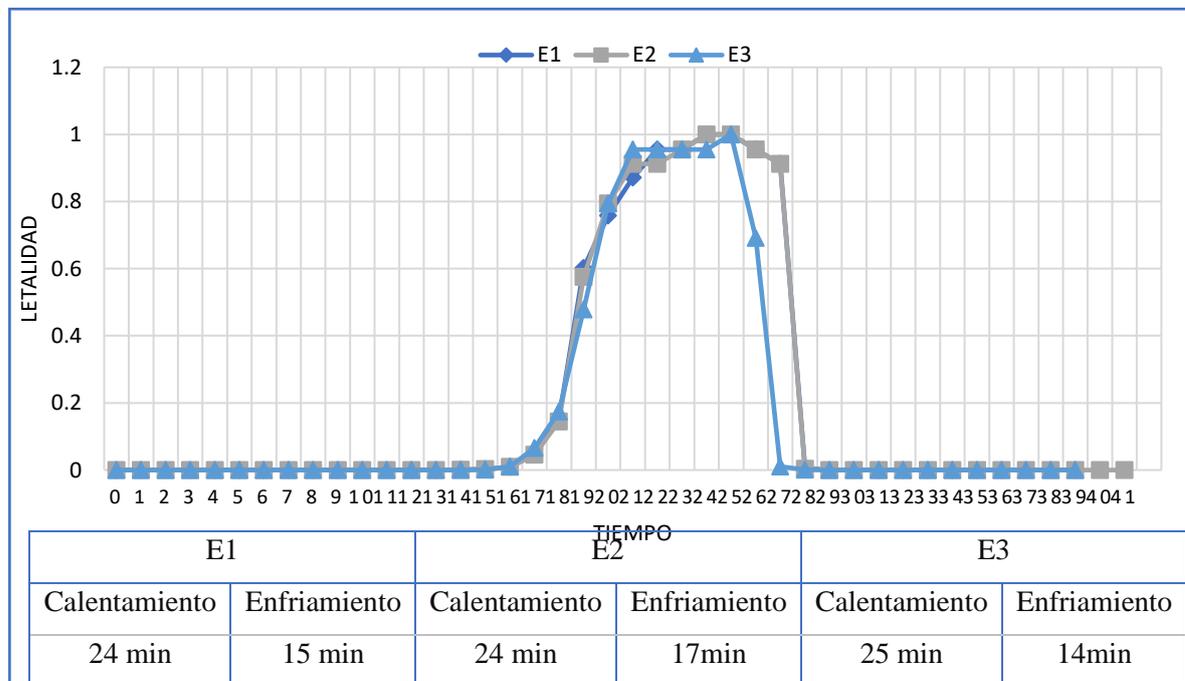


Figura 16. Curva de letalidad por ENZIMAS de los tratamientos con P2 a 80°C, para ambas variedades de quinua.

En la Figura 16, observamos la curva de lealidad del proceso con un tiempo de pasteurización a 80°C por 5min (P2), para las 3 enzimas tratadas, donde los resultados para el tiempo de proceso de pasteurización fueron de 39 minutos para E1, 41 minutos para E2 y 39 minutos para E3, además el tiempo de calentamiento para E1 finalizó a los 24 min, empezando luego el enfriamiento, obteniendo un $F_0=8.41$ (calculados mediante



la integración numérica de Simpson, descritos en el anexo 3). Asimismo, para E2, se obtuvo un tiempo de calentamiento de 24 minutos y un $f_0=7.90$, el tratamiento con E3 llegó a un tiempo de calentamiento de 25 minutos, y tiempo de enfriamiento de 14 minutos, el valor de F_0 , hallado fue de 7.04. Entonces nos podemos dar cuenta que a medida que la temperatura de un alimento aumenta durante el procesado, existe una mayor velocidad de destrucción de microorganismos. Según lo mencionado por Peter Fellows & Francisco Sala (2017), la parte inicial del calentamiento contribuye poco a la letalidad total, hasta que la temperatura se aproxima a la del autoclave, de tal forma que la mayor parte de la letalidad acumulada tiene lugar en los últimos minutos, antes de que comience el enfriamiento.

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA), (anexo 3 cuadro C.8), podemos decir que existe una diferencia significativa con respecto al factor tiempo sobre la letalidad ($p<0.05$), como se ha mencionado anteriormente. Sin embargo, no existe diferencia estadística significativa sobre el factor tratamientos con P2 sobre la letalidad, por lo que podríamos decir que el tiempo de proceso influye significativamente en el valor de letalidad.

Además, los resultados obtenidos concuerdan por los hallados por (Medina, 2008), donde determinó el tiempo de pasteurización de la chicha arequipeña clarificada y evaluando así el efecto del tamaño de partícula, los tiempos de pasteurización a 80°C , que obtuvo fueron de 28 min a 42 min, según sus tratamientos. Así también por los hallados por Valencia (2015), donde obtuvo un tiempo de proceso de pasteurización de 31min, para una bebida fermentada de quinua variedad negra Collana.

Cabe resaltar que Suarez & Iñigo, (2004), mencionan que que las altas temperaturas, no solo afectan el metabolismo celular de las levaduras y en consecuencia la disminución del poder fermentativo, sino que además se pierden aromas primarios y también se pierde el etanol por evaporación. Es así que a partir de los 30°C , se puede considerar que las levaduras reducen progresivamente su actividad hasta cesarlo completamente cuando se aproxima a los 40°C .

De todo lo expuesto anteriormente podríamos deducir que los dos tiempos de pasteurización (3 y 5 min) aplicados a la bebida a base de quinua (variedad Blanca de Juli y Pasankalla) fueron eficientes, pues se redujeron la carga microbiana a los niveles

exigidos por la norma sanitarias peruanas (Tabla 14). También que los tratamientos con Enzimas (E1, E2, E3) no influyeron significativamente sobre los tiempos de pasteurización aplicados.

4.4. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO A LA BEBIDA FERMENTADA CLARIFICADA Y PASTEURIZADA.

4.4.1. Análisis proximal

Al finalizar el proceso de pasteurización se realizó un análisis proximal a las bebidas obtenidas de los respectivos tratamientos, los resultados de la composición proximal se muestran en la Tabla 11, además en el Anexo 4. Se realizó también el análisis a la muestra testigo (sin tratamiento), para realizar la respectiva comparación.

Tabla 11. Análisis proximal de las bebidas fermentadas, clarificadas y pasteurizadas para ambas variedades de quinua.

PASANKALLA						
	HUMEDA D bh (%)	PROTEÍN A (N*6.25)	FIBR A (%)	CENIZA S (%)	GRAS A (%)	CH O (%)
SIN TRATAMIEN O	98.00	0.56	1.00	0.13	0.04	0.27
E1, P1	98.00	0.37	0.34	0.10	0.03	1.16
E1, P2	98.39	0.46	0.27	0.09	0.03	0.76
E2, P1	98.40	0.49	0.30	0.10	0.03	0.71
E2, P2	98.28	0.40	0.30	0.09	0.03	0.90
E3, P1	98.43	0.46	0.30	0.10	0.03	0.68
E3, P2	98.36	0.39	0.28	0.09	0.01	0.87
BLANCA DE JULI						
SIN TRATAMIEN O	98.05	0.48	1.01	0.18	0.06	0.22
E1, P1	98.53	0.40	0.27	0.12	0.03	0.65
E1, P2	98.40	0.43	0.25	0.10	0.02	0.80
E2, P1	98.40	0.38	0.30	0.12	0.04	0.76
E2, P2	98.33	0.40	0.30	0.09	0.03	0.85
E3, P1	98.16	0.39	0.33	0.13	0.04	0.95
E3, P2	98.20	0.37	0.30	0.10	0.02	1.01



En la Tabla 11, podemos observar que el valor de humedad en todos los tratamientos, incluyendo la muestra testigo es en promedio 98.30%. En cuanto a los valores obtenidos de proteína, fibra, cenizas, grasa y carbohidratos de la muestra testigo variedad Blanca de Juli, fueron de 0.56, 1.00%, 0.13%, 0.04%, 0.27%, respectivamente, y de 0.48, 1.01%, 0.18%, 0.06%, 0.22%, para la muestra obtenida de la variedad Pasankalla.

Estos resultados obtenidos para la bebida fermentada de quinua de ambas variedades Blanca de Juli y Pasankalla con sus respectivos tratamientos, son similares a los resultados presentados por Chavarrea (2011), en su trabajo de investigación para la elaboración y conservación de una bebida fermentada de quinua añadiendo un conservante, donde obtuvo valores de 1.52 en proteína, 0.12 en fibra y 0.19 para ceniza. Así también Valencia (2015), trabajó con chicha de quinua negra Collana obteniendo como resultado de sus análisis 0.01% en grasa, 0.09% en proteína, 0.11 en ceniza y fibra 0.03%, concordando así en los valores de grasa y ceniza, ya que en dicho estudio se trabajó con pectinasas para su clarificación, reduciendo aún más el contenido de fibra.

Sin embargo, podemos observar que en las bebidas con tratamiento (clarificadas y pasteurizadas) en ambas variedades de quinua se presenta una ligera disminución en cuanto a proteína, ceniza, y fibra, con respecto a las propiedades de la muestra testigo, por lo que se asume que el tratamiento de pasteurización influyó en la disminución de propiedades nutritivas de la bebida fermentada ya que, según lo mencionado por Fellows (2000), al pasteurizar un alimento se produce cambios en el valor nutritivo, sin embargo, éstos son mínimos, debido a que el tratamiento es relativamente suave, a ello se suma que también podría ser consecuencia de las filtraciones y clarificación que se realizó.

Además, si realizamos una comparación para la muestra testigo sin tratamiento, para los valores de proteína, grasa y ceniza, con la Tablas Peruanas de Composición de los alimentos (2017), respecto a la chicha de jora, los valores están dados por 0.4% de proteína, 0.3% de grasa, 0.1% de fibra, valores que resultan menores en comparación con la bebida fermentada de quinua, así también sucede con la chicha de cebada esto se debe a la misma composición nutricional del grano de quinua.



Para conocer la diferencia entre los tratamientos Blanca de Juli (EP1, E1P2, E2P1, E2P2, E3P1, E3P2) y Pasankalla (EP1, E1P2, E2P1, E2P2, E3P1, E3P2), se realizó en análisis de varianza (ANVA) (descrito en el anexo 4, cuadros D.1, D.2, D.3, D.4, D.5 Y D.6), donde se comparó los tratamientos, (incluido la muestra testigo) con respecto a su composición proximal. Como resultado de este análisis, no se encuentra diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) con el factor tratamiento sobre ninguna de las propiedades (Humedad, Proteína, fibras, cenizas, grasa y carbohidratos), por lo que podríamos afirmar que los tratamientos de clarificación y pasteurización no afectaron significativamente la composición proximal del producto final. Sin embargo se realizó también la prueba de comparación múltiple LSD, para ver si existe diferencia significativas entre los tratamientos con respecto a la muestra testigo (sin tratamiento), donde podemos apreciar que el tratamiento E1P1 (ambas variedades de quinua) difiere significativamente de la muestra testigo con respecto a la fibra, pero debido a que fue la única diferencia hallada, podríamos concluir que los tratamientos no afectaron la calidad en cuanto a su composición de la bebida fermentada.

4.4.2. Grado alcohólico

En la Tabla 12 y Anexo 4. Se presentan los resultados obtenidos del grado de alcohol que poseen las muestras de las bebidas fermentadas, clarificadas y pasteurizadas, obtenidas de ambas variedades de quinua, incluyendo a la muestra testigo.

Tabla 12. Grado de alcohol (°G.L) de las bebidas fermentadas, clarificadas y pasteurizadas por variedades.

	VARIEDAD PASANKALLA	VARIEDAD BLANCA DE JULI
SIN TRATAMIENTO	3.94	3.90
E1, P1	2.01	2.80
E1, P2	2.00	1.95
E2, P1	2.89	2.03
E2, P2	2.03	2.00
E3, P1	3.70	3.85
E3, P2	2.40	2.23



En la presente Tabla observamos que, las muestras con tratamiento (clarificadas y pasteurizadas) obtuvieron promedio de 2.3 de grado alcohólico en la variedad Blanca de Juli y 2.2 en la variedad Pasankalla, estos resultados sin considerar el tratamiento E3P1, debido a que el grado alcohólico obtenido fue mayor a los demás tratamientos, ello se debería a un mal enchapado de la botella, por lo que no se realizó correctamente el proceso de pasteurización. Ya que uno de los factores a los que se atribuye los valores mínimos de grado alcohólico en las bebidas con tratamiento, es la temperatura a la que fue sometida la bebida (80°C), debido a que juega un papel importante durante la fermentación alcohólica, según lo mencionado por Gallego (2008), al someter una bebida fermentada a un tratamiento térmico mayor a 28°C, además de producirse la volatilización de sustancias aromáticas, las levaduras empiezan a morir, deteniéndose así el proceso fermentativo y por ende no existe generación de etanol. Por otro lado, las bebidas testigo (sin tratamiento), alcanzaron los 3.94 y 3.90 en Pasankalla y Blanca de Juli, respectivamente.

Es así que, el grado alcohólico alcanzado por las muestras testigo (bebidas fermentadas) de ambas variedades de quinua, es similar a los resultados obtenidos por Mendoza & Miranda (2017), en su investigación donde caracterizó una bebida fermentada de quinua, obteniendo 4.5 de grado alcohólico para la bebida de quinua. Lo mismo menciona Cabrera (2012), donde define el producto “chicha” (sin ningún tipo de tratamiento), en general con 4,5 de grado alcohólico por cada 100g. Así también los valores de alcohol obtenidos en la presente investigación de las muestras con tratamiento, se encuentran dentro del rango contenido alcohólico, de la chicha establecido por la FAO (2005), dicha institución menciona que, el contenido alcohólico de la chicha varía entre 2 a 12 ° G.L. La cantidad de alcohol obtenida en las bebidas de ambas variedades de quinua son relativamente bajas por lo que se afirma que estas bebidas pueden ser consumidas por el público en general.

Con respecto al análisis de varianza (ANVA) (descrito en el anexo 4, cuadro D.7), se muestra que existe diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos sobre el grado alcohólico, para conocer estas diferencias, se realizó la prueba de comparación múltiple LSD, donde se evidencian dos grupos con resultados homogéneos, las muestras con tratamientos (clarificadas y pasteurizadas) excepto E3P1, (no son estadísticamente significativos entre sí), así también se presenta otro grupo con resultados homogéneos

(las muestras testigo de ambas variedades y la muestra E3P1). Sin embargo, estos dos grupos difieren entre sí. Por lo que se podría decir que los tratamientos incidieron en el grado alcohólico de la bebida. Cabe resaltar que según el análisis estadístico no existe diferencia estadística significativa ($P>0.05$) entre las variedades de quinua.

4.4.3. Viscosidad

En la Figura 17 y anexo 5, cuadro E.1, se muestra los valores de viscosidad de los productos obtenidos, donde claramente la bebida sin tratamiento (ambas variedades) muestra los mayores niveles de viscosidad, llegando a 2.08 cp, esto se debe a que al momento de la cocción la bebida al ser elaborada de quinua, ganó viscosidad gracias al contenido de almidón que ésta posee, ya que según Aguilera (2001), el perfil de viscosidad es el reflejo de los cambios granulares que suceden durante el calentamiento de una dispersión de almidón, por lo tanto, se presentó un aumento en la viscosidad, durante esta etapa.

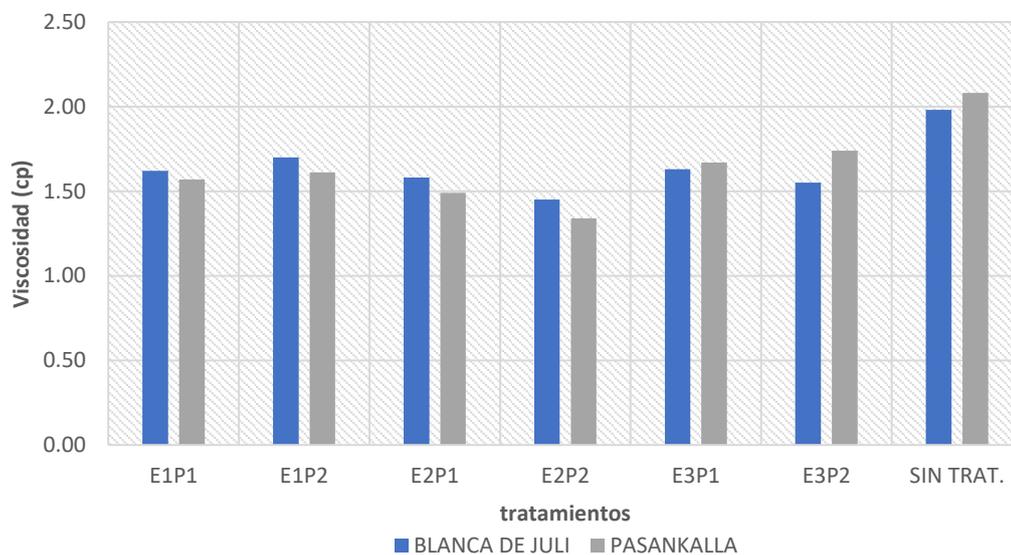


Figura 17. Valores de Viscosidad de las bebidas fermentadas, clarificadas y pasteurizadas.

Sin embargo, notamos valores inferiores en las bebidas con tratamiento como E2P2 que tiene la viscosidad más baja con valores de 1.45 y 1.34 cp, para Blanca de Juli y Pasankalla, respectivamente. Así también los demás tratamientos presentan una



viscosidad entre 1.49 a 1.74 cp. Estos resultados se encuentran ligeramente mayores a los valores de viscosidad obtenidos por Medina (2008), donde estudió el efecto del tamaño de partícula del maíz germinado y de la concentración de las enzimas, sobre la viscosidad de la bebida, donde obtuvo viscosidades de 1.11 y 1.07, esto se debe a la incidencia de los tamaños de partícula con las que trabajó.

Para ver las diferencias entre los tratamientos se realizó el análisis de varianza (ANVA) (Anexo 5, cuadro E.1, E.2), donde se evidencia que existe una diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) entre el factor tratamiento sobre la viscosidad, debido a esta diferencia se realizó la prueba de comparación múltiple LSD para evaluar las diferencias entre los tratamientos, donde los tratamiento E1P2, E3P1, E3P2, no muestran diferencias significativas entre sí, a comparación de los demás tratamientos (E1P1, E2P1, E2P2), Así también cabe mencionar que todos los tratamientos (bebidas clarificadas y pasteurizadas muestran una diferencia estadística significativa sobre la muestra testigo (sin tratamiento), por lo que se podría afirmar que los tratamientos influyeron sobre la viscosidad de la bebida final, ya que según lo mencionado por Bravo (1997), la hidrólisis enzimática del almidón es ampliamente preferida sobre los métodos estrictamente químicos, debido a su alta especificidad, también por ser predecible y controlable. Además, resulta ventajosa debido a los efectos fisicoquímicos que produce como es la disminución de la viscosidad, mejorando su filtrabilidad, estabilizando así la bebida con vistas a su conservación.

Cabe mencionar que, no existe diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) entre el factor variedades sobre la viscosidad, lo quiere decir que el tipo de variedad de quinua no afecta significativamente la viscosidad de las bebidas fermentadas, clarificadas y pasteurizadas.

4.4.4. Color

En la Tabla 13, se muestra los resultados de color para las bebidas obtenidas de ambas variedades de quinua, donde podemos observar que, se encontró diferencias en los parámetros H de la escala CIELab para las muestras con tratamiento (clarificadas y pasteurizadas), así también en los valores de L *, a *, b * y cromaticidad (C *) entre los tratamientos de las dos variedades de quinua, donde la luminosidad (L*) de la muestra

testigo fue de 18.6 y 17.4 para Blanca de Juli y Pasankalla respectivamente a diferencia de las muestras tratadas donde alcanzaron una luminosidad mayor entre (18.7 a 23.3), siendo estos positivos los cuales se inclinan hacia el color blanco; el valor de la croma a^* para las muestras testigo fueron 4.8 y 4.4 para Blanca de Juli y Pasankalla respectivamente, de la misma manera los resultados para las bebidas con tratamiento fueron mayores, alcanzando 7.5 para la muestra con E1P1 Pasankalla, encontrándose éstos en la zona rojiza por ser estos positivos.

Por otro lado el valor de la croma b^* mostró valores negativos en la mayoría de los casos tal como se puede apreciar en la Tabla 13. Teniendo estos una tendencia hacia el color azul. Cabe resaltar que el valor de H relaciona los parámetros a^* y b^* , que son diferentes, donde el ángulo de tono es igual, pero tienen la misma diferencia de brillo (C^*). Los resultados a detalle lo podemos observar en la Tabla 13. Así también el análisis de varianza aplicado en el Anexo 6.

Tabla 13. Resultado de color de las bebidas fermentadas, clarificadas y pasteurizadas por variedades.

TRATAMIENTO		L	c	H	a	b
BLANCA DE JULI	E1P1	19.8	6.8	322.4	5.7	-1.5
	E1P2	23.1	7.1	339.2	4.6	-1.7
	E2P1	23.3	5.5	328.2	6.8	-0.7
	E2P2	18.7	4.6	314.5	6.6	-1
	E3P1	22.4	6.2	338.6	5.4	-1.3
	E3P2	21.9	5.0	331.4	5.2	-1.4
	SIN TRAT.	18.6	4.8	341.1	4.5	-0.1
PASANKALLA	E1P1	21.1	7.5	351.9	8.1	-1.7
	E1P2	20.4	6.8	333.2	5.7	-1.8
	E2P1	23.0	5.6	342.5	6.1	-1.6
	E2P2	22.6	5.4	349.6	5.2	-0.9
	E3P1	18.6	6.4	328.7	4.3	1.4
	E3P2	19.9	5.9	347.9	5.9	-1.2
	SIN TRAT.	17.4	4.4	351.4	5.9	1.3



De acuerdo al análisis de Varianza (ANVA Anexo 6), para parámetro de color L. En el parámetro L se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0,05$), por lo que se realizó la prueba de comparación múltiple LSD, registrándose el mayor valor en el tratamiento E2P1, lo que indica una bebida de tono más claro. En cuanto al parámetro de color b. En el parámetro b, al igual que en el parámetro L, se detectaron diferencias significativas ($P < 0,05$) para cada uno de los tratamientos, estos valores son negativos, lo que indica que presentan tendencia al Azul en menor grado, evaluando la prueba de comparaciones múltiples LSD, el que tuvo mayor tendencia a esta coloración fueron las muestras testigos. Para el parámetro de color a. El análisis de varianza para la variable parámetro a de color registró diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$). La prueba de comparación múltiple LSD, la muestra que presentó mayor tendencia a esta coloración fue la muestra E1P1.

Además, podemos mencionar que existe también diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) de las variedades sobre cada uno de los parámetros de color. Por lo que se deduce que los tratamientos y variedades de quinua utilizadas influyeron en los parámetros de coloración de las muestras obtenidas.

4.4.5. Análisis microbiológico

En la Tabla 14, se reportan los resultados del análisis microbiológico obtenidos de las muestras con tratamiento (clarificadas y pasteurizadas), así también las muestras testigo de cada variedad (Blanca de Juli y Pasankalla). La Norma Sanitaria (RM N° 591 - MINSA, 2008), que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano sostiene que que, para las bebidas no carbonatadas, se debe determinar Aerobios mesófilos, levaduras, Mohos y Coliformes totales en las bebidas obtenidas.

Tabla 14 Resultado del análisis microbiológico de las bebidas fermentadas, clarificadas y pasteurizadas por variedades.

	TRATAMIENTO/ ANÁLISIS	Aerobios Mesófilos	Levaduras	Mohos	Coliformes totales	
BLANCA DE JULI	E1P2					
	E1P1					
	E2P2		≤100	≤100 ufc/ml		
	E2P1		ufc/ml		Ausencia	Ausencia
	E3P2					
	E3P1					
	SIN TRAT.			5100 ufc/ml		
PASANKALLA	E1P2					
	E1P1					
	E2P2		≤100	≤100 ufc/ml		
	E2P1		ufc/ml		Ausencia	Ausencia
	E3P2					
	E3P1			1000 ufc/ml		
	SIN TRAT.		1000 ufc/ml	10300 ufc/ml		

De acuerdo con el análisis microbiológico, descrito en la Tabla 14, podemos observar que existe ausencia de Mohos y Coliformes totales, en todos los tratamientos (incluido las muestras testigo) de las bebidas obtenidas de ambas variedades de quinua, resultados que concuerdan con lo establecido por la (RM N° 591 - MINSA, 2008). Así también la cantidad de aerobios mesófilos hallados en las muestras con tratamiento, se encuentran dentro del rango establecido por la norma sanitaria, excepto la muestra testigo de la variedad Pasankalla presenta 1000 ufc/ml, la enumeración de aerobios mesófilos es el indicador microbiano más común de la calidad de los alimentos, lo que quiere decir que, durante la elaboración del producto, hubo una fuente de contaminación por aire, agua, materia prima etc. Con respecto a las levaduras, las muestras con tratamiento (clarificadas y pasteurizadas), muestran un contenido < a 100ufc, a excepción del tratamiento E3P1 Pasankalla, que presenta 1000 ufc, valor que se encuentra fuera de los límites establecido por la norma ya mencionada, por lo ser la única muestra se atribuye a



un mal enchapado, por lo tanto, no se pasteurizó eficientemente. Además, podemos observar también que la muestra testigo, tiene 5100 ufc/ml y 10300 ufc/ml respectivamente de contenido de levaduras, valor que corresponde a una chicha fresca sin considerar su posible toxicidad. En general se puede afirmar que se obtuvo productos aceptables en términos de inocuidad. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por (Valencia, 2015), quien trabajó con una bebida germinada de quinua variedad Negra Collana, sometida a pasteurización, obteniendo como resultados la ausencia de mohos y aerobios mesófilos y 1 Ufc/ml en el caso de levaduras. Así también (Ayma & Cascire, 2012), evaluaron el tratamiento térmico sobre la chicha de Jora a diferentes temperaturas, con los cuales a los 55°C obtuvieron ausencia de microorganismos en la bebida evaluada. Por ello se puede deducir que los resultados indican que todo el proceso aplicado a la elaboración de la bebida fermentada, clarificada y pasteurizada se realizó en condiciones inocuas.

Los resultados obtenidos con respecto al análisis microbiológico indicarían que ambos tiempos de tratamiento térmico (3 y 5 min) y ambas variedades de quinua, fueron eficientes ya que cumplieron con los valores establecidos por la norma sanitaria peruana y garantizarían la inocuidad del producto terminado.

4.4.6. Evaluación sensorial de los productos obtenidos

Con la finalidad de determinar la aceptabilidad de las bebidas obtenidas, y describir su aceptabilidad, se realizó un análisis sensorial, utilizando una prueba de escala hedónica de cinco puntos (Anexo 7): 5 me gusta mucho, 4 me gusta, 3 me es indiferente, 2 No me gusta; 1 me disgusta. Siendo los atributos evaluados Olor, sabor y apariencia general. Se muestran los resultados obtenidos en las Figuras 18, 19 y 20, A continuación.

4.4.6.1. Atributo de Olor

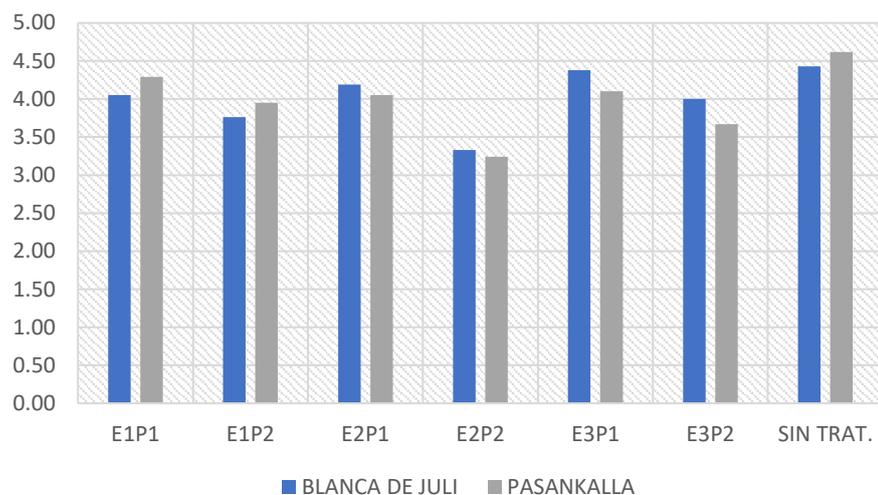


Figura 18. Resultados del análisis sensorial con respecto al olor de las bebidas fermentadas, clarificadas y pasteurizadas.

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA), (Anexo 7, cuadros G.1, G.2), se muestra la significancia de los tratamientos, presentando el factor “muestra” una diferencia significativa ($p < 0.05$) sobre el atributo OLOR, debido a ello se realizó una prueba de comparación múltiple LSD, donde se encontraron 5 grupos homogéneos, de los cuales quienes obtuvieron mayor puntuación estando dentro de la escala 4 “Me gusta” fueron las muestras con tratamiento Blanca de Juli (E1P1, E2P1, E3P1) con puntuaciones de 4.15, 4.25, 4.4, respectivamente y Pasankalla (E1P1) con 4.25, así también podemos notar que las muestras testigo de ambas variedades tuvieron las puntuaciones más altas (llegando la muestra testigo Pasankalla, a la escala 5 “Me gusta mucho”). Esto se debe a que las demás muestras tratadas fueron sometidas a temperaturas de 80°C (pasteurización), donde se volatilizaron algunas sustancias aromáticas según lo mencionado por Fellows (2000). Así también Gallego J. (2008), menciona que las altas temperaturas, no solo afectan el metabolismo celular de las levaduras y en consecuencia la disminución del poder fermentativo, sino que además se pierden aromas primarios.

Los otros 3 grupos que se encuentran dentro de la escala 4 “Me gusta” está conformado por Pasankalla (E1P2, E2P1, E3P1, E3P2) y Blanca de Juli (E1P2, E3P2), con puntuaciones de 4.0, 4.0, 4.05, 3.7 y 3.75, 4.0, respectivamente, Es así que el último grupo con resultados homogéneos (E2P2, Pasankalla y Blanca), se encuentran en la escala 3 “Me es indiferente” con puntuaciones de 3.25 y 3.3 (Anexo 7, cuadro G.2).

De todo lo expresado anteriormente se puede deducir que la muestra tratada con mayor aceptación con respecto al olor fue E3P1 Blanca de Juli, asimismo que los tratamientos afectaron significativamente el olor del producto final.

4.4.6.2. Atributo de Sabor

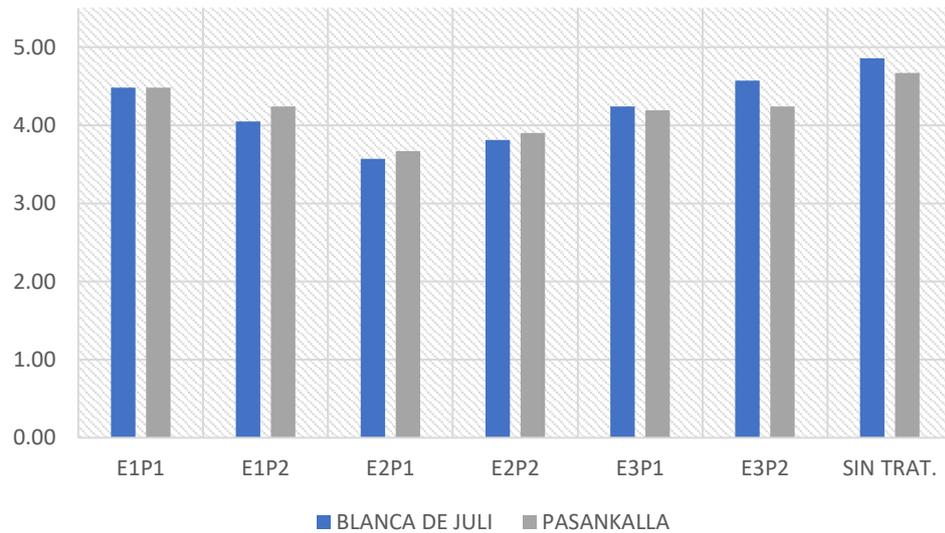


Figura 19. Resultados del análisis sensorial con respecto al sabor de las bebidas fermentadas, clarificadas y pasteurizadas.

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA), (Anexo 7, cuadros G.3, G.4) se muestra los resultados estadísticos, donde el factor “muestras” presenta una diferencia estadística significativa ($p < 0.05$), sobre el atributo SABOR, por lo que se realizó la prueba de comparaciones múltiples LSD, para evaluar las diferencias significativas entre los tratamientos, donde se encontró hasta siete grupos con resultados homogéneos, de los cuales el grupo que presentó la puntuación más alta que alcanza la escala 5 “Me gusta mucho”, está conformado por las muestras tratadas Blanca de Juli (E1P1, E3P2, testigo) y Pasankalla (testigo), con puntuaciones de 4.5, 4.6, 4.85 y 4.65 respectivamente, siendo consideradas las de mayor aceptabilidad, es así que nos damos cuenta que en este atributo las muestras testigos tienen las más altas puntuaciones, Por lo que se puede afirmar que las diferencias en las calificaciones de sabor son consecuencia de los sabores ácidos formados durante la fermentación según lo mencionado Worbo & Splistosser (2004), siendo menor este efecto cuando las bebidas son clarificadas y pasteurizadas.

Además, los grupos restantes con resultados homogéneos tuvieron también buena aceptación en cuanto al sabor, ya que se encuentran en la escala 4 “Me gusta”, con puntuaciones de 3.55 a 4.45, donde los tratamientos con menos puntuación son Pasankalla E2P1 y Blanca de Juli E2P2 con 3.55 y 3.65 respectivamente (Anexo 8, cuadro G.3). Es así que se puede deducir que la muestra tratada con mayor aceptación con respecto al sabor, fue la bebida con E3P2 en Blanca de Juli, asimismo que los tratamientos afectaron significativamente el sabor del producto final.

4.4.6.3. Atributo de Apariencia general

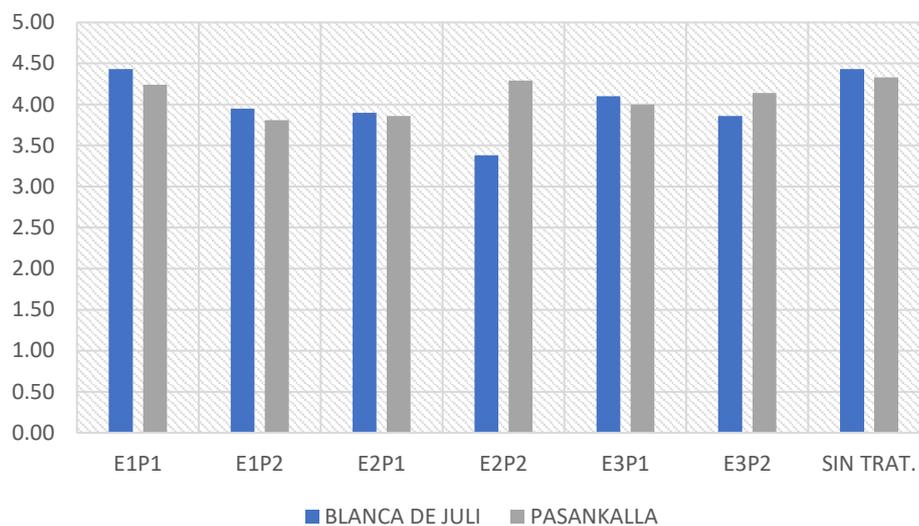


Figura 20. Resultados del análisis sensorial con respecto a la apariencia en general de las bebidas fermentadas, clarificadas y pasteurizadas.

En el análisis de varianza (ANVA), (Anexo 7, cuadros G.5, G.6) que se realizó, podemos observar las diferencias entre los tratamientos, presentando el factor “muestras” una diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) sobre la apariencia general del producto, lo que quiere decir que los tratamientos si influyeron en su apariencia. Debido esta diferencia se realizó el análisis de comparaciones múltiples LSD, donde se muestra 5 grupos con resultados homogéneos, siendo el grupo que alcanzó la mayor puntuación con una escala de 4 “Me gusta” las muestras con tratamiento: Blanca de Juli (E3P1, E1P1) y Pasankalla (E1P1, E2P2, E3P2) con puntuaciones de 4.1, 4.45 y 4.15, 4.25, 4.3, respectivamente. En cuanto a los grupos que tuvieron menor puntuación, pero aun así pertenecen a la escala 4 “Me gusta” fueron Blanca de Juli (E3P1, E1P2, E2P1, E3P2,

E1P2, E2P1) con valores de 4.0, 3.95, 3.9, 3.85, 3.85, 3.85, respectivamente, por otro lado la muestra que tuvo menor aceptación fue la muestra Blanca de Juli E2P2 el cual tuvo un valor de 3.35 estando en la escala 3 “Me es indiferente”. Por todo lo mencionado anteriormente se podría deducir que los tratamientos con mayor aceptabilidad con respecto a la apariencia general fue la bebida con E1P1 Blanca de Juli. Cabe mencionar que las variedades de quinua utilizadas no influyeron en el aspecto general de la bebida.

4.4.7. Evaluación de la estabilidad en el almacenamiento

Se evaluó la estabilidad del producto para ambas variedades de quinua, durante el almacenamiento a aproximadamente 12°C, donde cada 10 días se tomaron los controles de °Brix, PH, Acidez a cada muestra, desde el día 0 (día en que se obtuvo la bebida fermentada, clarificada y pasteurizada) hasta el día 30, con la finalidad de ver los cambios en los valores mencionados, los resultados de esta evaluación se muestran en las Figuras 20,21,22,23,24,25,26. a continuación.

4.4.7.1. °Brix

En la Figura 21 y 22, se muestran los resultados de ° Brix, Para cada variedad de quinua.

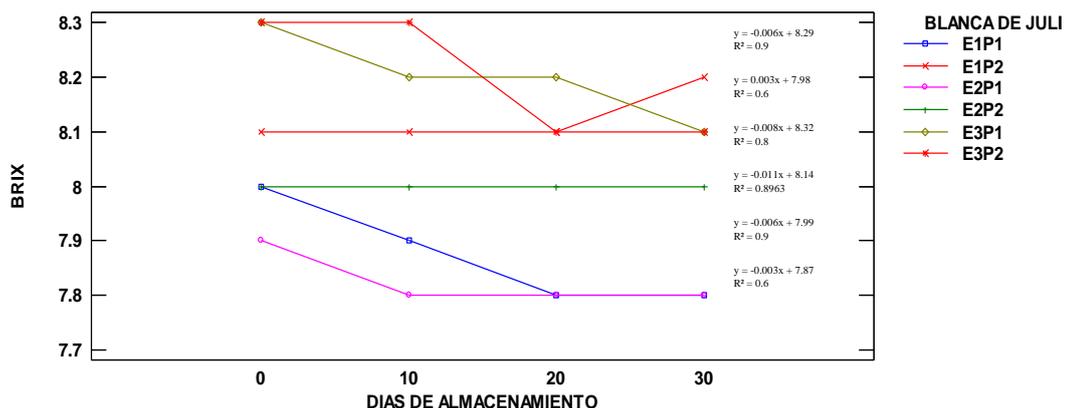


Figura 21. Estabilidad con respecto a los °BRUX de la bebida fermentada, clarificada y pasteurizada de quinua variedad Blanca de Juli.

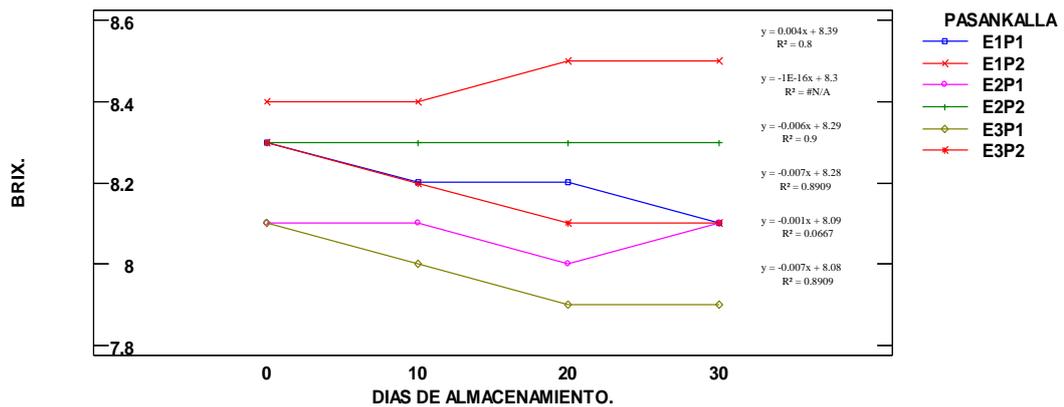


Figura 22. Estabilidad con respecto a los °BRIX de la bebida fermentada, clarificada y pasteurizada de quinua variedad Pasankalla.

Como podemos apreciar a simple vista, en la evaluación de estabilidad de los grados brix para ambas variedades de quinua, el tratamiento E2P2, permanece constante durante los treinta días de evaluación. De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) para Blanca de Juli (Anexo 8, cuadro H.1), observamos que no existe una diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) entre los días de almacenamiento sobre los °Brix, para los tratamientos: E1P1, E1P2, E2P1, E2P2, E3P2, lo que quiere decir que en los días evaluados los ° Brix, no variaron significativamente, por lo que podríamos decir que el producto se mantuvo estable, sin embargo si existe diferencia para el tratamiento E3P1, en ambas variedades, esta tendencia es consecuencia de la actividad de los microorganismos que resistieron a la pasteurización (Quillama, 2003). Sin embargo, en los días 20 a 30, notamos que la mayoría de los tratamientos se estabiliza o como en el caso del tratamiento E3P2, incrementa ligeramente los grados brix, esta variación podría ser consecuencia de la HIDRÓLISIS ácida de los almidones y otras macromoléculas que tienen dentro de su estructura monosacáridos, pues la acidez de la bebida es muy baja. En estas condiciones y los tiempos prolongados de 30 días dan posibilidad a que ocurran estas reacciones. Cabe mencionar que en cuanto a las variedades de quinua si existe diferencia estadística significativa ($p < 0.05$), lo que quiere decir que las variedades de quinua si influyeron en los tratamientos.

4.4.7.2. pH

En las Figuras 23 y 24, observamos el comportamiento del pH en los 30 días de almacenamiento, donde observamos que los tratamientos, muestran una tendencia a bajar ligeramente en ambas variedades de quinua. Sin embargo, en la mayoría de los casos se estabiliza a los 20 días de almacenamiento.

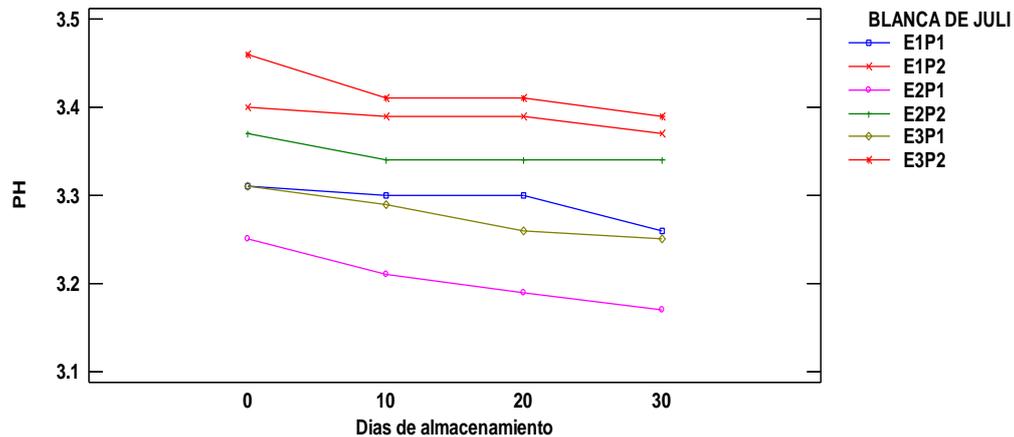


Figura 23. Estabilidad con respecto al pH de la bebida fermentada, clarificada y pasteurizada de quinua variedad Blanca de Juli

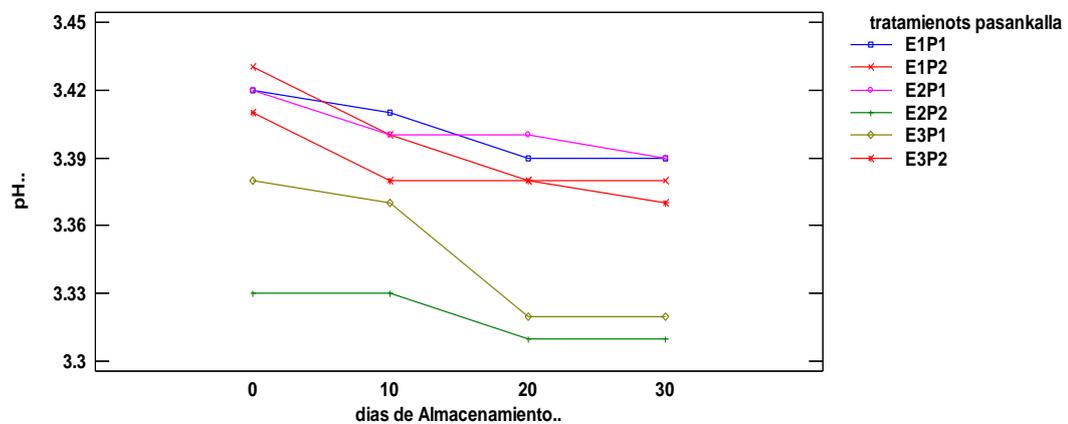


Figura 24. Estabilidad con respecto al pH de la bebida fermentada, clarificada y pasteurizada de quinua variedad Pasankalla

El ligero descenso de pH, contribuiría a la estabilidad del producto ya que la mayoría de las bebidas alcohólicas permanecen estables a un pH de 3, según Ward (1991). Por otro lado, Fellows (1993), menciona que esta disminución es consecuencia de la formación de ácidos orgánicos gracias a la conversión de azúcares durante el proceso fermentativo.

Con respecto al análisis de varianza (ANVA) (Anexo 8, cuadro H.2), podemos notar que no existe diferencia estadística significativa ($P > 0.05$) entre el factor días de almacenamiento sobre el pH, en el caso de los tratamientos: E1P1, E1P2, E2P2, E3P1, E3P2, por lo que podríamos deducir que el pH, no varió significativamente durante los días de almacenamiento y se mantuvo estable, por otro lado el tratamiento E1P2 mostro diferencia estadística significativa ($P < 0.05$), durante los días de evaluación, ello puede ser consecuencia del intercambio entre los ácidos formados en el curso fermentativo, debido a que algunas levaduras sobrevivieron. Así también podemos mencionar que en tres tratamientos (E1P2, E3P1, E3P2), las variedades no tuvieron incidencia en el pH durante su evaluación, por lo que se podría trabajar con cualquiera de las dos variedades y tratamientos para obtener los mismos resultados.

4.4.7.3. Acidez

En la Figura 25 y 26, se muestra los resultados de acidez (tomando como referencia el ácido láctico) evaluados durante los 30 días de almacenamiento, datos importantes para la predicción de vida en anaquel del producto final, donde se puede observar claramente que todos los tratamientos, mantienen su estabilidad con un ligero incremento de sus valores, pero estos no son significantes.

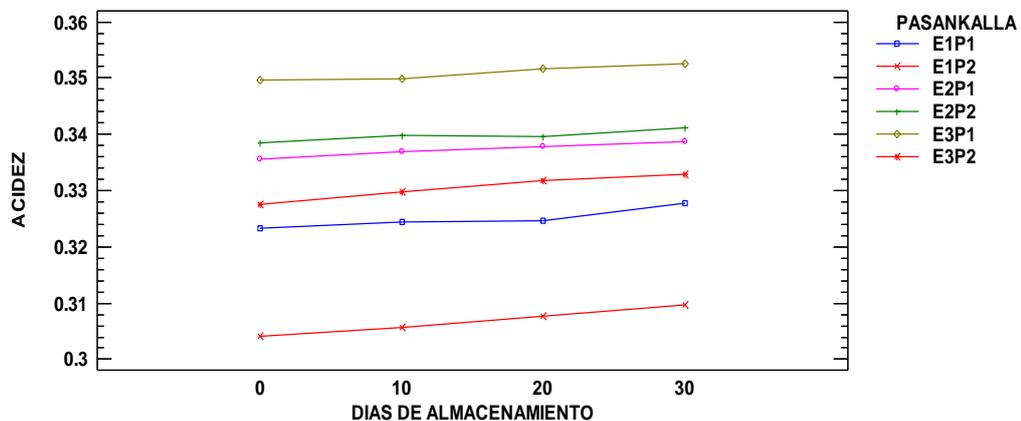


Figura 25. Estabilidad con respecto a la acidez de la bebida fermentada, clarificada y pasteurizada de quinua variedad Blanca de

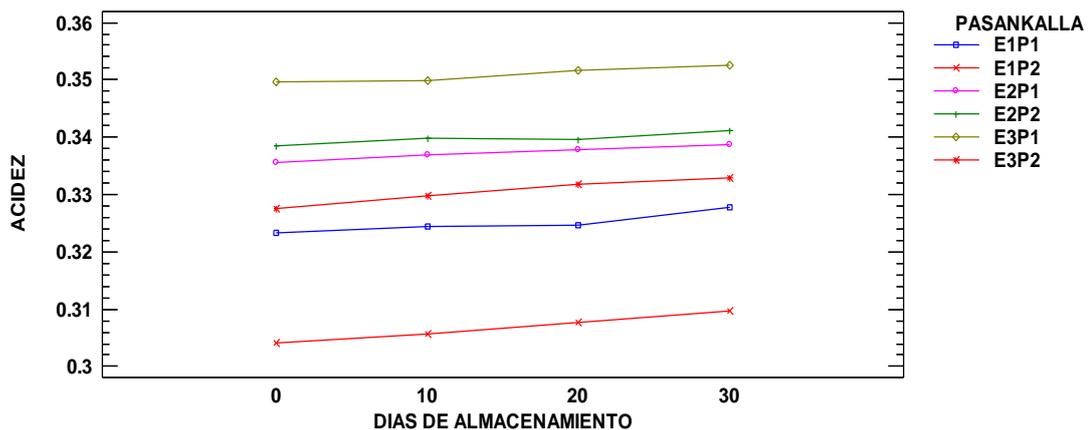


Figura 26. Estabilidad con respecto a la acidez de la bebida fermentada, clarificada y pasteurizada de quinua variedad Pasankalla.

Como se aprecia en las Figuras 25 y 26, los tratamientos con E3P2 evaluados tienen una ligera tendencia a incrementar sus valores. Este incremento es consecuencia de la actividad de los microorganismos que resistieron al tratamiento térmico, según lo mencionado por Quillama (1999).

Puig & Vayreda, (2016), hacen referencia a la utilización de calor como estabilizador, los efectos positivos de estos tratamientos son varios porque destruyen las enzimas, actúan sobre los fenómenos de óxido reducción, desnaturalizan las proteínas y esterilizan al eliminar las levaduras y bacterias, el calor es pues el mejor estabilizador microbiológico. Así mismo Fula (2010), menciona que la pasteurización tiene efecto sobre la acidez, puesto que, al pasteurizar, se evaporarán los compuestos volátiles, de tal manera que se reduce, además se inhibe la actividad de algunas enzimas causantes de la degradación de los azúcares para su conversión en ácidos.

De acuerdo al análisis de varianza (ANVA) (descrito en el anexo 8, cuadro H.3), no se muestra diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$), entre los días de almacenamiento sobre la acidez, para los tratamientos E1P1, E1P2, E2P2, lo que quiere decir que la acidez se mantuvo constante y por ende los tratamientos mencionados fueron estables. Por otro lado, los demás tratamientos si mostraron una ligera diferencia de sus valores de acidez, durante el almacenamiento. Cabe resaltar que las variedades de quinua influyeron en los tratamientos, debido a que los resultados de acidez para los tratamientos de las dos variedades difieren significativamente. Además, los resultados de acidez obtenidos concuerdan con los obtenidos por Mendoza (2014). Quien obtuvo una bebida

fermentada con 0.210 de acidez, en su trabajo de investigación de industrialización de la quinua, pasteurizando también la bebida a 65°C* 10min. Por otro lado, Cabrera (2012), define a la chicha 4,5 por 100; 0,45 por 100 de acidez, con todo lo expresado anteriormente podemos deducir que se obtuvo productos estables en cuanto a la acidez.

4.4.8. Vida en anaquel de los productos obtenidos

En la Tabla 15, se presenta los resultados de vida en anaquel de los productos obtenidos, según el valor de acidez de las bebidas con tratamiento, evaluadas durante 30 días. Considerando una acidez crítica de 0.37 (acidez correspondiente a la bebida fermentada sin tratamiento).

Tabla 15. Resultado de la predicción de vida en anaquel de las bebidas fermentadas, clarificadas y pasteurizadas, según el valor de acidez.

	TRATAMIENTO	DIAS
BLANCA DE JULI	E1P1	214
	E1P2	191
	E2P1	198
	E2P2	232
	E3P1	119
	E3P2	105
	E1P1	184
PASANKALLA	E1P2	254
	E2P1	139
	E2P2	127
	E3P1	104
	E3P2	125

En la Tabla 15, se puede apreciar que el tratamiento con mayor vida en anaquel fue Blanca de Juli E2P2, con una predicción de 232 días, en cuanto a las bebidas de variedad Pasankalla, encontramos que los tratamientos con mayor vida en anaquel son E1P2, con 254 los demás tratamientos oscilan entre 104 a 214 días de vida en anaquel, de acuerdo con el análisis de varianza (ANVA) (Anexo 9, Cuadro I.2), existe una diferencia



estadística significativa ($p < 0.05$), con respecto a los tratamientos sobre los días de vida en anaquel, por lo cual se realizó una prueba de comparación múltiple LSD (Anexo 10, cuadro I.3), por lo que podríamos deducir que el tratamiento con mayor vida en anaquel fue E2P2 Blanca de Juli con un promedio de 337. Por lo que podríamos considerar que fue el mejor tratamiento, ya que lo que se buscó inicialmente es que el producto tenga mayor vida útil.

La mayor o menor vida útil del producto depende de la naturaleza del alimento en sí, pero también de otros factores como los procesos higienizantes y de conservación a los que se someta, el envasado y las condiciones de almacenamiento, Por lo que podemos deducir que los tratamientos de clarificación y pasteurización tuvieron gran incidencia en alargar la vida en anaquel del producto ya que al reducir la población de microorganismos antes del almacenamiento, la vida de anaquel del alimento se alarga cuando el parámetro de calidad dominante es la presencia de microorganismos, ya sean patógenos o alterantes, porque se tarda más tiempo en alcanzar una concentración intolerable de microorganismos según lo mencionado por Ayma & Cascire (2012). Asimismo, hacen referencia a la pasteurización ya que, al emplear temperaturas y tiempos de contacto relativamente bajos, se consigue una prolongación moderada de la vida útil a cambio de una buena conservación del valor nutritivo y de las cualidades organolépticas del alimento. Por otro lado, Bravo (1997) resalta las ventajas de la hidrólisis enzimática, ya que al clarificar la bebida se mejora la filtrabilidad, se disminuye de la tendencia a la cristalización, y se estabiliza la bebida con vistas a su conservación.



V. CONCLUSIONES

- Se obtuvo la bebida fermentada a partir de las dos variedades de quinua en 48 horas de fermentación, con 8.6 en promedio de grados brix y 3.6 en promedio de pH, mostrando los mismos, una tendencia a disminuir sus valores a medida que transcurría el tiempo, de manera que el tiempo influyo en dicha variación, mas no las variedades de quinua.
- Las enzimas hidrolíticas utilizadas y variedades de quinua influyeron en la clarificación de la bebida fermentada, ya que redujeron notablemente la turbiedad, hasta en 345 NTU con la enzima Rohalase Bx. Variedad Blanca de Juli. Mejorando así la calidad del producto final respecto a la turbiedad.
- El tiempo de proceso de pasteurización de la bebida fermentada y clarificada en ambas variedades de quinua para $80^{\circ}\text{C} \cdot 3 \text{ min}$, fue de 37 min en promedio, obteniendo un F_0 de 5.6, 6.45 y 5.5 para E1, E2 y E3, respectivamente y de 40 minutos en promedio para el tratamiento a $80^{\circ}\text{C} \cdot 5 \text{ min}$, obteniendo F_0 de 8.41, 7.9, 7.04 para cada enzima, además en ambos tiempos de pasteurización se logró reducir la carga microbiana.
- Los valores de proteína, grasa, fibra, ceniza y carbohidratos, se vieron mínimamente afectados por los tratamientos aplicados en las bebidas, siendo la variedad Pasankalla la que obtuvo mayores propiedades nutricionales, así también el grado alcohólico se redujo con los tratamientos obteniendo bebidas de 2 de grado alcohólico en promedio. Asimismo, los valores microbiológicos obtenidos, se encontraron dentro del rango de la Norma sanitaria. En cuanto a la evaluación sensorial, las bebidas con tratamiento que obtuvieron mayor aceptación, fueron obtenidas de la variedad Blanca de Juli, con respecto al olor la muestra que fue tratada con Rohament Cl y tiempo de pasteurización de 3 min, en cuanto al sabor, Rohament Cl, con tiempo de pasteurización de 5min, en cuanto a la apariencia general la que obtuvo mayor aceptación fue la muestra con Rohavin Clear con 3 min de pasteurización
- Se logro alargar la vida en anaquel del producto hasta en 254 días, esto gracias al uso de la enzima Rohavin clear, y aplicando un tiempo de pasteurización de 5min, por lo que los tratamientos utilizados y variedades de quinua, influyeron en la vida en anaquel del producto.



VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar la vida útil de la bebida fermentada a partir de otros parámetros, tomando en cuenta las condiciones de almacenamiento del mismo.
- Utilizar otros tipos de clarificantes industriales sobre la chicha de quinua y evaluar su efecto en las propiedades organolépticas del producto final.
- Trabajar con quinua germinada, envés de concho de chicha, para determinar su efecto sobre la calidad del producto final.
- En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se podría ensayar el proceso con otras variedades de quinua que no son frecuentemente consumidas, con el fin de aumentar el valor agregado de los mismos.



VII. REFERENCIAS

- A.O.A.C. (1995). *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists 11 ed.* EEUU.
- A.O.A.C. (2000). *Official Methods oh analysis of the association of Official analytical chemists 15 ed.* EEUU.
- Abreu, J., Gusmán, T., & Cobo, H. (2011). *Ciencia y tecnología de los alimentos. Selección de cepas de levadura para la producción de vino base.* Cuba.
- Aguado, J; Calles, M; Baldomero, L; Aurora, S. (1999). *Ingeniería de la industria aimentaria. Volumen I. Conceptos Basicos.* España: Síntesis.
- Aguilera, J. A. (2001). *Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos.* España: Editorial Acribia.
- Aladi, & FAO. (2014). *Tendencias y perspectivas del comercio Internacional de la Quinua.* Santiago: ISBN 978-92-5-308135-6 (edición impresa).
- Anón. (1998). *Food and good manufacturing practice 4th Edition.* London: The Institute of food Science and Technology.
- Aristizabal, & Sánchez. (2007). *Guia técnica para la producción y análisis del almidón de yuca. Boletín de servicios Agrícolas de la FAO N° 163,* Italia.
- Ayma, & Cascire. (2012). *Tratamiento térmico para estabilizar la chicha de jora.* Lima-Peru (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería química y textil.
- Badui, S. (1993). *Química de los alimentos. Tercera Edición.* México: Longman de Mexico Editores.
- Ball, C., & Olson, F. (1957). *Sterilization in Food Technology.* New York: Mc-Graw Hill.
- Bamforth, C. (2005). *Alimentos, fermentación y microorganismos. Primera edicion.* Zaragoza-España: Acribia S. A.
- Bamforth, C. (2007). *Alimentos, fermentación y microorganismos. Segunda Edición.* Zaragoza - España: Acribia S.A.



- Barcenilla, J. (2006). *Influencia de la levaduras sobre polifenoles, polialcoholes y azúcares en los procesos de fermentación y conservacion en los vinos blancos* (Tesis de pregrado). Universidad Complutense de Madrid, España.
- Bedon, M., Cardenas, O., Santa Cruz, C., & Gutierrez, A. (2013). Purificación parcial y caracterización de alfa amilasa de quinua. *Revista de encuentro científico Internacional*, 51-57.
- Bermúdez, D. (2017). *Evaluación tecnologica de la harina de quinua (Chenopodium quinua Willd.) variedad piartal como espesante alimentario obtenido bajo diferentes condiciones de proceso*. Universidad de la Salle, Bogotá.
- Bojanic, A. (2011). *La quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. Bolivia: Proinpa.
- Bravo, P. (1997). Estudio de la hidrólisis enzimática de la harina de quinua (Chenopodium quinoa Wild) (tesis de grado). Universidad Agraria la Molina, Lima-Perú.
- Brennan, J., Butters, J., & Cowel, N. (1990). Food engineering Operations. *Elsiever Applied Science*, 295-335.
- Burton, H. (1988). *UHT processing of milk and milk products*. Elsevier Applied Science. London.
- Cabrera, F. (2012). *Bebidas fermentadas*. Universidad Nacional Abierta y a distancia UNAD, Bogotá
- Cantillo, J., Fernández, A., & Carlos, M. (1994). *Durabilidad de los alimentos, métodos de estimación*. Insituto de Investigaciones para la industria alimenticia. La Habana, Cuba
- Capsucor Quim Peru. (2015). Productos enológicos. AB Enzymes GmbH German. Recuperado de <http://www.capsucor.com/Productos/Enzimas/Enzimas.php>.
- Carranza, C., & Garcia, G. (2014). *Diseño de un manual de Buenas Practicas de Manufactura, aplicado a la chicha de Jora*.
- Casp, A., & Abril, J. (2003). *Procesos de conservacion de alimentos 2da edición*. España: Mundi Prensa.



- Centeno, K. (2016). *Efecto de la hidrólisis enzimática y pasteurización sobre la calidad de una bebida fermentada a base de Maíz morado (Zea Maiz), variedad Kulli*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa.
- Cerrón, F. G. (2013). *Efectos de la temperatura y tiempo en el desamargado y secado de quinua (Chenopodium quinoa Willd.)* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo.
- Chavarrea, M. (2011). *Elaboración y conservación con fines agroindustriales y comerciales de la chicha de Jora y quinua, en las comunidades beneficiarias del proyecto Runa Kawsay* (Tesis de grado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba.
- Delgado, V., & Quartino, L. (2013). *Evaluación de la calidad microbiológica de cortes bovinos envasados al vacío y mantenidos a temperatura de refrigeración*. Montivideo (Tesis doctoral). Universidad de la Republica, Uruguay.
- Desseigne, J. (2004). Estabilización Microbiológica de mostos y vinos. *Nuevas tecnologías. investigaciones Viti- Vinícolas*, 1-3.
- Dethmers, A. (1979). Utilizing Sensory evaluation to determine product shelf life. *Food technology*. AGRIS, 45-50.
- Díaz, R. (2009). *Conservación de los alimentos*. La Habana: Felix Varela.
- Escobar, V. (2010). *Bebidas fermentadas*. Colombia: Recitela.
- FAO. (2001). *Quinua - Valor nutricional*. Obtenido de Quinua. pe: <http://quinua.pe/quinua-valor-nutricional/>
- FAO. (2005). *Cereal Fermentations in Latin American Countries*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/docrep/x2184e/x2184e10.htm>
- FAO. (2011). *La quinua: Cultivo Milenario para contribuir a la seguridad alimentaria Mundial*. Bolivia: Proinpa.
- FAO. (2016). Guía de cultivo de quinua. *Programa de Investigación y Proyección Social de cereales y granos nativos*.
- Fellows, P. (2000). *Tecnología del procesado de los alimentos: Principios y practica*. Zaragoza - España: Acribia S.A.



- Forland, C. (2003). *Pasteurización en los alimentos. Introducción*. España: CM.
- Fricker, R. (1984). *The flash pasteurization of beer*. Singapore.
- Fula, A. (2010). *Desarrollo de una bebida fermentada con adición de cocción de Maiz*. Bogotá (Tesis de grado). Universidad Nacional de Colombia.
- Fundación de investigaciones sociales A.C. (2000). Obtenido de Alcohol informate: http://www.alcoholinformate.com.mx/indice_tipps.cfm
- FUNDARCO. (2 de setiembre de 2006). *Tratamiento de los vinos en bodega: clarificación del vino*. Obtenido de <http://www.fundarco.org/portaldelvino/tratamiento/clarificación.htm>
- Gallego, C. (2007). *Influencia de la acidez volatil en el proceso de fermentación en la planta de alcohol de ingenio Risalda S.A.* Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/1101/1/6626692G166.pdf>.
- Gallego, J. (2008). *Maridaje, Enología y cata de vinos*. Malaga: Antequera.
- Galoto, M. (2010). *Medida de color de los alimentos*. Santiago: Universidad de Santiago de Chile.
- García, D., & Mamani, G. (2008). Selección de levaduras Nativas (*Saccharomyces Cerevisie*) aisladas de chicha de jora del valle de mantaro. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo.
- Guamán, A. (2013). Validación técnica del proceso de producción de la chicha de jora, elaboradas por la fundación Andinamarca. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Hammid, M., & Swartzel, K. (1994). Pasteurization design criteria for production of extended shelf life. *Food Processing and Preservation*,44-51.
- Harper, W. (1984). *Dairy Technology and Engineering*. Connecticut: Wesport.
- Heldman, D., & Hartel, R. (1997). *Principles of food processing*. New York.
- Hernández, M. (1999). *Tratado de Nutrición*. Madrid: Días de Santos S. A.
- Hough, S. (1990). *Biología de la cerveza y de la malta*. Zaragoza-España: Acribia S.A.



- ICMSF. (2002). *Microorganisms in Foods. Microbiological testing in food safety management*. New Yor, USA: Plenum publishers.
- INIA. (2006). *Quinua perlada, variedad Pasankalla*. Instituto Nacional de Innovación Agraria: UNOPS.
- INIA. (2008). *Liberación de nueva variedad de quinua INIA 415*. Lima.
- INIA. (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Primera edición*. Lima: INIA.
- Labuza, T., & Schmidl, M. (1990). *Accelerated shelf life testing of foods*. Food technology, 32-38.
- Lahl, W., & Braun, Y. (1998). *Enzimatic production of Protein Hidrolysates for food Use. Food Technology*.
- Lescano, J. (1994). *Genética y mejoramiento de cultivos altoandinos: quinua, Kañihua, tarwi, Kiwicha, papa amarga, olluco, mashua y oca. Programa interinstitucional de Waru Waru, Convenio INADE/PELT - COTESU*.
- Lewis, M., & Heppell, N. (2000). *Continous Thermal Processing of Foods Pasteurization and UHT esterilization*. ISBN.
- Lopez, F. (2017). *Diferentes métodos para la evaluación del procesamiento térmico en alimentos*. Mexico.
- Lund, D. (1976). *Heat processing. Principles of food science*. New York.
- Manual de Manipulación de Alimentos. (s.f). Obtenido de Junta de Andalucía: http://www.juntadeandalucia.es/empleo/recursos2/material_didactico/especialidades/materialdidactico_manipulacion_alimentos/PDF/Manual_Comun.pdf
- Marcano, R. (2017). *Viscosidad. Ley de Newton*. Obtenido de DocPlayer: <https://marcanord.files.wordpress.com/2013/01/viscosidad-rdmc.pdf>
- Maurer, G. (2015). *¿Por qué hacer de la quinua un alimento básico en el menú diario?* Obtenido de e <http://rpp.pe/vida-y-estilo/salud/por-que-hacer-de-la-quinua-un-alimento-basico-en-el-menu-diario-noticia-781401>
- Medina, S. (2008). *Efecto del tamaño de partícula de la malta de maíz morado germinado variedad Kculli y de la clarificación enzimática sobre la calidad de la chicha*



- Arequipeña* (tesis de maestría). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Mendoza, Z. (2014). Industrialización de la quinua. *Investigación, Ciencia y Desarrollo*, 1-3.
- Mendoza, Z., & Miranda, A. (2017). Industrialización de la quinua. *Ciencia y desarrollo*, 103-107.
- Monar, V. (2014). *Determinación de la composición química y capacidad antioxidante de dos variedades de Oca (Oxalis Tuberosa mol)* (Tesis de grado). Quito Ecuador:
- Morales, J., & Sanchez, J. (2003). *Física y química Vol III. Química I*. España: Mad S. L.
- Mujica, A. (1997). *Cultivo de quinua*. Lima: Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).
- Mujica, A. (2006). *Agroindustria de la Quinua (Chenopodium quinoa Wild) en los países Andinos*. Puno-Peru. El altiplano.
- Mujica, A; Cahahua, A; Saravia, R. (2004). *Agronomía de la quinua, Quinua: Ancestral cultivo Andino, alimento del presente y del futuro*. Santiago de Chile.
- Mujica, A; Ortiz, R; Bonifacio, A; Saravia, R; Corredor, G; Romero, A; Jacobsen, E. (2006). *Agroindustria de la quinua (Chenopodium quinua Wild) en los países Andinos Puno- Perú*.
- Nelson, D. (2004). *Lehninger: Principles of Biochemistry 4° Edition*. Málaga - España: Omega.
- Nissen, A. (1996). *Hydrolysis of proteins for increased solubility*. *Food Chemistry*, 45-48.
- NIT.892.000.148-8. (2015). *Determinación de la turbiedad por el método Nefelométrico*.
- NTP 209. 265. (2013). *Normas técnicas Peruanas*.
- Ochoa, D., & Ríos, D. (2003). *Construcción de un prototipo didáctico para la fermentación alcohólica y acética de ciclo cerrado*. Ecuador: Universidad Tecnológica de Equinoccial.



- Orrego, C. E. (2003). *Procesamiento de alimentos. Primera edición*. Manizales-Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Owen, P. (2006). *Biología de la fermentación*. Zaragoza- España: Acribia SA.
- Parra, R. (2010). Bacterias ácido lácticas: papel funcional en los alimentos. *Grupo de investigación en química y tecnología de los alimentos*, 1.
- Pefaur, J. (2018). La quinua en Chile, el despegue de un grano ancestral. *Oficina de estudios y políticas Agrarias*, 3-5.
- Peralta, E. (2005). La quinua un gran alimento y su utilización. *Estación Experimental "Santa catalina"*, 2.
- Perez, J., Rodriguez, V., & Toledano, A. (2010). Evaluación de tratamientos térmicos en la fabricación de conservas vegetales. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Centro IFAPA, Córdova.
- Peter Fellows & Francisco Sala. (2017). *Tecnología del procesado de los alimentos: principios y práctica 2º Edición*. Zaragoza- España: Acribia S.A.
- Pomaski, J. (2012). Parámetros óptimos en la fermentación alcohólica para industrializar la chicha de jora. Riobambamba. (Tesis de grado), Ecuador
- Quillama, E. (2003). Principios activos de bacterias lácticas asociadas a la chicha de Jora y masato. *Boletín 50, ISSN 1727 - 4739*, 10-12.
- Rahaman, S. (1995). *Food Properties Handbook. Contemporary Food Science Series*.
- Reyna, L., Robles, R., Reyes, M., Mendoza, Y., & Romero, J. (2004). Hidrólisis Enzimática del Almidón. *Ingeniería Química Vol. 7*, 40- 44.
- Reynoso, F. A. (2016). La Quinua en el Perú Cadena Exportadora y Políticas de Gestión Ambiental. *INTE PUCP*, 19.
- Risi, J. (1993). *La quinua: Actualidad y Perspectivas*. In: *Taller sobre el desarrollo sostenible de la quinua*. Instituto interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA, Cámara de Exportadores . La paz - Bolivia.
- RM N° 591 - MINSA. (2008). *Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano*.



- Rodriguez, E., Gamboa, M., Hernandez, F., & Garcia, J. (2005). *Bacteriología general. Principios y practicas de laboratorio*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Rodriguez, V., & Magro, E. (2008). *Bases de alimentación humana*. España: Netbiblo.
- Rojas, S. (2013). *Control de calidad y evaluacion nutricional de las chichas (Jora y morada), elaboradas en la fundacion Andinamarca* (Tesis de grado). Universidad Superior Politecnica de Chimborazo. Riobamba- Ecuador.
- Romero, S., & Mestres, J. (2004). *Tecnología de productos lácteos*. Barcelona: Universidad Politecnica de Catalunya.
- Romo, S., Rosero, A., Forero, C., & Cerón, E. (Marzo de 2006). Potencial Nutricional de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), variedad Piartal en los Andes Colombianos. *Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad del Cauca*. Colombia: Vol. 4.
- Saltos, A. (1992). *Chicha de Jora: tradicion y tecnología*. Ambato- Ecuador: Uta Facial.
- Santana, I. M. (2013). *Elaboración de conservas de pescados y mariscos*. Andalucía-España: IC.
- Singh, P., & Heldman, D. (1997). *Introducción a la ingeniería de los alimentos*. Mexico: Acribia S.A.
- Stumbo, C. (1973). *Thermobacteriology in food processing. 2nd. Edition*. New York.
- Suares, J., & Iñigo, B. (2004). *Microbiología Enológica. Fundamentos de vinificacion*. España: Mundi Prensa.
- Suarez, M. (Julio de 2013). *Cerveza: Componentes y propiedades* (Tesis de maestría): Universidad de Oviedo, España.
- Tablas Peruanas de Composicion de los alimentos. (2017). Obtenido de Ministerio de Salud:<http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/Tabla%20de%20Alimentos.pdf>
- Tapia, M. (1979). *Historia y distribución geográfica en quinua y la kañihua: Cultivos andinos*. Bogotá: Centro Internacional de Investigación para el desarrollo.



- Tapia, M. (2007). Guía de Campo de los cultivos Andinos. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Asociación Nacional de Productores Ecológicos del Perú.*
- Telmo, A. (6 de enero de 2017). *Aula 21: Espacio de cor Lab. Retrieved from.* Obtenido de <<http://corisectelmo.blogspot.pe>>, [6 de enero del 2011].
- Toledo, R. (1985). *Fundamentals of food process engineering.* Wesport.
- Tovar, O. E. (2013). Evaluación de un material lignocelulosico, para la producción de celulasas, xilanasas y lacasa por bacidiomicetos del noreste de Mexico. Universidad Autónoma de nuevo León. Research Gate, 12-21.
- Valencia, P. (2015). Evaluación Tecnológica de la germinacion y clarificación de las bebidas tradicionales fermentadas y pasteurizadas de maiz morado y quinua (tesis de pregrado). Universidad Nacional del producto, Arequipa.
- Vasquez, I., & Jimenez, S. (2009). *Métodos numéricos par la física e ingenieria.* España: McGraw-Hill.
- Vásquez, M. (2007). Fundamentos de la determinación de parámetros cinéticos para microorganismo de interés en tratamiento térmico de alimentos. *Temas Selectos de ingeniería de alimentos*, 1-14.
- Vayreda, E. (2016). *El vino.* Barcelona- España: UOC.
- Vintimilla, E. (1993). *Viejos secretos de la cocina cuencana.* Cuenca: Blume.
- Ward, O. P. (1991). *Bioteconología de la fermentación. Principios, procesos y productos.* ZAragoza-España: Acribia, S.A.
- Wiggins, A., & Barclay, M. (1984). *Back to batch for liquid egg. Food Manufacturing.*
- Wilson, H. (1990). Quinua and relatives. *La cadena Global de la quinua: Un reto para la Asociacion Nacional de prodcutores de Quinua*, 8.
- Worbo, R., & Splistosser, D. (2004). Microbiology of fruit products. *Processing of Fruit cience and Technology*, U.K.



Zambrano, M. E. (2012). Evaluación microbiológica, pH y acidez titulable del proceso de fermentación de la chicha de maíz y masato. (*Trabajo de ascenso*). Universidad Nacional experimental del Táchira, San Cristóbal.

Zapata, S. (2006). *Diccionario de gastronomía tradicional 1° Edición*. Lima: Universidad San Martín de Porres.

ANEXOS
Anexo 1

A. RESULTADOS DE LA EVALUACION DE GRADOS BRUX, pH (DURANTE LA FERMENTACION) Y ANÁLISIS DE VARIANZA.

Cuadro A.1. Resultados de la evaluación de °Brix durante la fermentación por 48 horas.

VARIEDAD/TIEMPO (hr)	0			8			16			24			32			40			48		
BLANCA DE JULI	14.0	13.8	14.5	13.5	13.4	13.5	13.3	13.2	13.0	12.2	12.0	12.0	10.8	10.7	10.5	9.4	9.5	9.2	9.0	9.2	8.9
PASANKALLA	13.8	13.4	13.5	13.6	13.2	13.5	12.0	12.7	12.2	10.5	10.3	10.7	10.2	10.0	9.9	9.0	9.0	9.2	8.6	8.5	8.7

Cuadro A.2. Resultados de la evaluación de pH durante la fermentación por 48 horas.

VARIEDAD/TIEMPO (hr)	0			8			16			24			32			40			48		
BLANCA DE JULI	4.06	4.03	4.05	4.00	4.00	3.98	3.96	3.92	3.92	3.90	3.86	3.91	3.72	3.71	3.63	3.66	3.64	3.62	3.60	3.64	3.59
PASANKALLA	4.00	4.00	4.20	3.95	3.92	3.94	3.89	3.89	3.92	3.82	3.80	3.78	3.65	3.62	3.60	3.61	3.64	3.58	3.54	3.52	3.55



Cuadro A.3. Análisis de Varianza para °BRIX

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: HORAS	160.763	6	26.7938	698.97	0.0000
B: VARIEDADES DE QUINUA	0.0238095	1	0.0238095	0.62	0.4373
INTERACCIONES					
AB	1.22286	6	0.20381	5.32	0.0009
RESIDUOS	1.07333	28	0.0383333		
TOTAL (CORREGIDO)	163.083	41			

Cuadro A.4. Pruebas de Múltiple Rangos para °BRIX por HORAS
Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>HORAS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
48	6	8.65	0.0799305	a
40	6	9.0	0.0799305	b
32	6	9.7	0.0799305	c
24	6	10.5833	0.0799305	d
16	6	12.1833	0.0799305	e
8	6	13.45	0.0799305	f
0	6	13.8333	0.0799305	g

Cuadro A.5. Análisis de Varianza (ANVA) para pH

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: HORAS	1.26945	6	0.211575	139.94	0.0000
B: VARIEDADES DE QUINUA	0.0228667	1	0.0228667	15.12	0.0006
INTERACCIONES					
AB	0.0118	6	0.00196667	1.30	0.2892
RESIDUOS	0.0423333	28	0.0015119		
TOTAL (CORREGIDO)	1.34645	41			



Cuadro A.6. Pruebas de Múltiple Rangos para pH por HORAS

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>HORAS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
48	6	3.57333	0.015874	a
40	6	3.625	0.015874	b
32	6	3.655	0.015874	b
24	6	3.845	0.015874	c
16	6	3.91667	0.015874	d
8	6	3.965	0.015874	e
0	6	4.05667	0.015874	f

Cuadro A.7. Pruebas de Múltiple Rangos para pH por VARIEDADES DE QUINUA

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>VARIEDADES DE QUINUA</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Pasankalla	21	3.7819	0.00848501	a
Blanca de Juli	21	3.82857	0.00848501	b



ANEXO 2

B. RESULTADOS DE LA EVALUACION DE TURBIEDAD EN LA CLARIFICACION Y SU ANÁLISIS DE VARIANZA.

B.1. Datos de turbiedad obtenidos

	BLANCA DE JULI	PASANKALLA
E1	360	389
	372	386
	364	400
E2	342	400
	340	412
	352	421
E3	497	506
	500	502
	502	510
Testigo	930	1056
	935	1059
	924	1049

B.2. Análisis de Varianza (ANVA) para TURBIEDAD

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>G l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: ENZIMA	787980.	3	262660.	6009.38	0.0000
B: VARIEDAD DE QUINUA	5017.04	1	5017.04	114.78	0.0000
INTERACCIONES					
AB	3100.13	3	1033.38	23.64	0.0000
RESIDUOS	699.333	1	43.7083		
TOTAL (CORREGIDO)	796797.	2			
		3			



B.3. Pruebas de Múltiple Rangos para TURBIEDAD por ENZIMA

<i>ENZIMA</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
E2	6	377.833	2.69902	a
E1	6	378.5	2.69902	a
E3	6	502.833	2.69902	b
Testigo	6	821.333	2.69902	c

Método: 95.0 porcentaje LSD

B.4. Pruebas de Múltiple Rangos para TURBIEDAD por VARIEDAD DE QUINUA

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>VARIEDAD DE QUINUA</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
BLANCA DE JULI	12	505.667	1.9085	a
PASANKALLA	12	534.583	1.9085	b



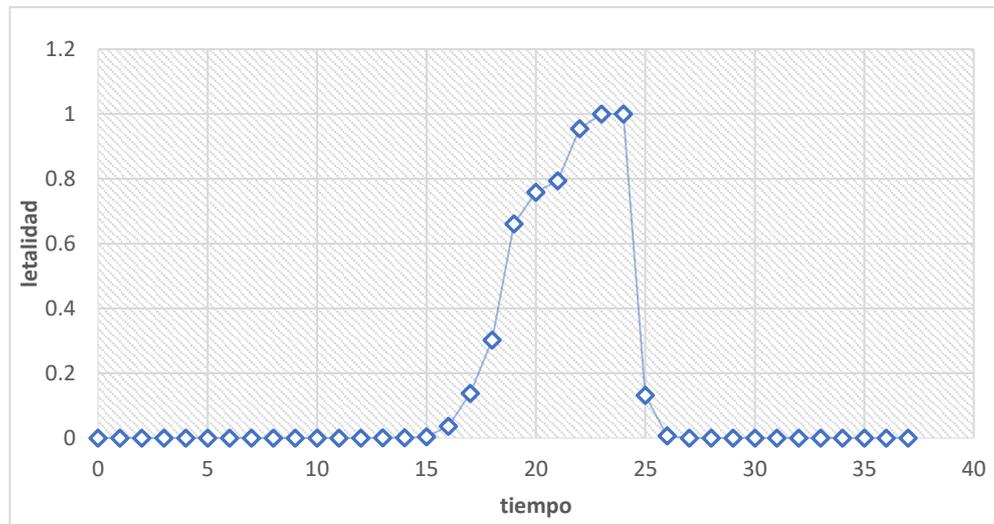
ANEXO 3

C. CALCULO DE LETALIDAD PARA E1, E2, E3 Y APLICACIÓN DE LA INTEGRACION NUMERICA DE SIMPSON. Y SU ANÁLISIS DE VARIANZA

Cuadro C.1. Cálculo de letalidad para E1P1 Blanca de Juli Y Pasankalla.

TIEMPO (min)	TEMPERATURA (°C)	L (Letalidad)	L CALENT.	L ENFR.
0	19.5	7.94328E-13	L0	
1	22.9	3.80189E-12	L1	
2	31.2	1.7378E-10	L2	
3	35.4	1.20226E-09	L3	
4	38.7	5.49541E-09	L4	
5	41.2	1.7378E-08	L5	
6	43.4	4.7863E-08	L6	
7	45.9	1.51356E-07	L7	
8	48.4	4.7863E-07	L8	
9	52.3	2.88403E-06	L9	
10	54.5	7.94328E-06	L10	
11	55.9	1.51356E-05	L11	
12	57.4	3.01995E-05	L12	
13	59.5	7.94328E-05	L13	
14	62.4	0.000301995	L14	
15	67.8	0.003630781	L15	
16	72.8	0.036307805	L16	
17	75.7	0.138038426	L17	
18	77.4	0.301995172	L18	
19	79.1	0.660693448	L19	
20	79.4	0.758577575	L20	
21	79.5	0.794328235	L21	
22	79.9	0.954992586	L22	
23	80	1	L23	
24	80	1	L24	L0
25	75.6	0.131825674		L1
26	69.2	0.00691831		L2
27	55.7	1.38038E-05		L3
28	49.4	7.58578E-07		L4
29	45.3	1.14815E-07		L5
30	40.2	1.09648E-08		L6
31	38.7	5.49541E-09		L7
32	34.2	6.91831E-10		L8
33	30.8	1.44544E-10		L9
34	27.6	3.31131E-11		L10
35	24.5	7.94328E-12		L11
36	23.7	5.49541E-12		L12
37	20.2	1.09648E-12		L13

LETALIDAD PARA E1P1



APLICACIÓN DE LA INTEGRACION NUMERICA DE SIMPSON

Se aplico la integración numérica de Simpson para el cálculo de F0

a) Curva de Calentamiento (AH)... i = 24

$$A_H = \frac{\Delta t}{3} (L_0 + 4L_1 + 2L_2 + 4L_3 + 2L_4 + 4L_5 + 2L_6 + 4L_7 + 2L_8 + 4L_9 + 2L_{10} \dots + 2L_{20} + 4L_{21} + 2L_{22} + 4L_{23} + 2L_{24})$$

4∑ordenadas de orden impar:

$$4(L_1 + L_3 + L_5 + L_7 + L_9 + L_{11} + L_{13} + L_{15} + L_{17} + L_{19} + L_{21} + L_{23}).$$

2∑ordenadas de orden par:

$$2(L_2 + L_4 + L_6 + L_8 + L_{10} + L_{12} + L_{14} + L_{16} + L_{18} + L_{20} + L_{22} + L_{24})$$

$$A_{\frac{1}{3}} = \frac{h}{3} [y_0 + y_n + 2\sum \text{ordenadas de orden par} + 4\sum \text{ordenadas de orden impar}]$$

$$A_H = \frac{1}{3} (7.94328E-13 + 1 + 4.10442762 + 10.387154)$$

$$A_H = 5.163860555$$



b) Curva de Enfriamiento (AC) i= 13

$$A_c = \frac{\Delta t}{3}(L_0 + 4L_1 + 2L_2 + 4L_3 + 2L_4 + 4L_5 + 2L_6 + 4L_7 + 2L_8 + 4L_9 + 2L_{10} + 4L_{11} + 2L_{12} + 4L_{13})$$

4 Σ ordenadas de orden impar:

$$4(L_1 + L_3 + L_5 + L_7 + L_9 + L_{11} + L_{13}).$$

2 Σ ordenadas de orden par:

$$2(L_2 + L_4 + L_6 + L_8 + L_{10} + L_{12})$$

$$A_{\frac{1}{3}} = \frac{h}{3}[y_0 + y_n + 2\Sigma \text{ordenadas de orden par} + 4\Sigma \text{ordenadas de orden impar}]$$

$$A_c = \frac{1}{3}(1 + 1.09648E-12 + 0.01383816 + 0.52735839)$$

$$A_c = 0.513732184$$

$$\text{Área Total} = A_H + A_C = 5.163860555 + 0.513732184 = 5.677592740$$

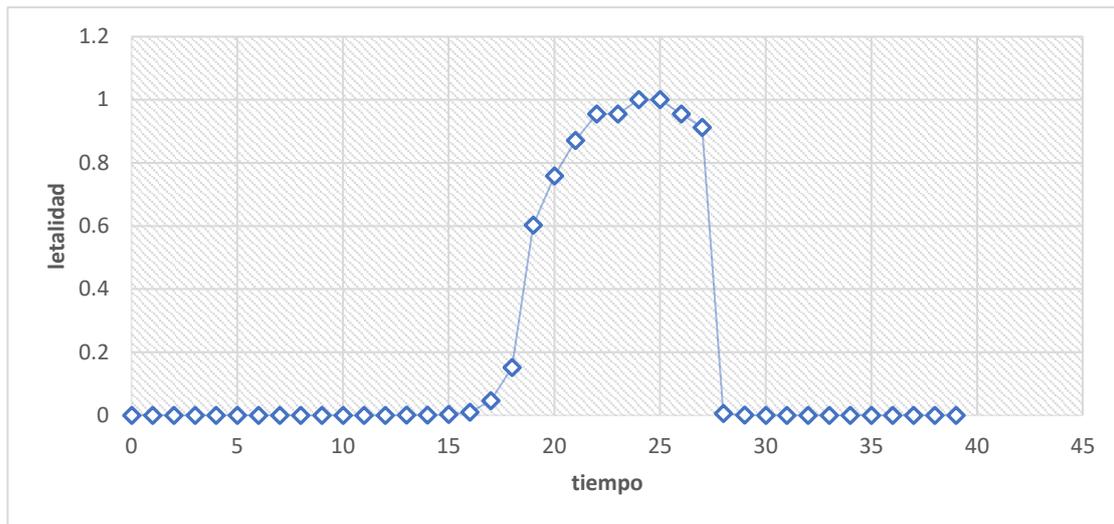
$F_0 \text{ proceso} = 5.68$



Cuadro C.2. Cálculo de letalidad para E1P2 Blanca de Juli Y Pasankalla.

TIEMPO (min)	TEMPERATURA (°C)	L (Letalidad)	L CALENT.	L ENFR.
0	16.5	1.99526E-13	L0	
1	17.2	2.75423E-13	L1	
2	22.3	2.88403E-12	L2	
3	27.7	3.46737E-11	L3	
4	31.4	1.90546E-10	L4	
5	36.2	1.7378E-09	L5	
6	39.4	7.58578E-09	L6	
7	42.1	2.63027E-08	L7	
8	46.5	1.99526E-07	L8	
9	48.2	4.36516E-07	L9	
10	51.2	1.7378E-06	L10	
11	55.4	1.20226E-05	L11	
12	58.7	5.49541E-05	L12	
13	61.1	0.000165959	L13	
14	63.4	0.00047863	L14	
15	67.4	0.003019952	L15	
16	69.9	0.009549926	L16	
17	73.3	0.045708819	L17	
18	75.9	0.151356125	L18	
19	78.9	0.602559586	L19	
20	79.4	0.758577575	L20	
21	79.7	0.87096359	L21	
22	79.9	0.954992586	L22	
23	79.9	0.954992586	L23	
24	80	1	L24	L0
25	80	1		L1
26	79.9	0.954992586		L2
27	79.8	0.912010839		L3
28	68.7	0.005495409		L4
29	62.3	0.000288403		L5
30	57.5	3.16228E-05		L6
31	52.5	3.16228E-06		L7
32	48.7	5.49541E-07		L8
33	44.6	8.31764E-08		L9
34	39.2	6.91831E-09		L10
35	35.5	1.25893E-09		L11
36	31.1	1.65959E-10		L12
37	28.5	5.01187E-11		L13
38	25.7	1.38038E-11		L14
39	21.2	1.7378E-12		L15

LETALIDAD PARA E1P2



APLICACIÓN DE LA INTEGRACION NUMERICA DE SIMPSON

Se aplico la integración numérica de Simpson para el cálculo de F_0

a) Curva de Calentamiento (AH)... $i = 24$

$$A_H = \frac{\Delta t}{3} (L_0 + 4L_1 + 2L_2 + 4L_3 + 2L_4 + 4L_5 + 2L_6 + 4L_7 + 2L_8 + 4L_9 + 2L_{10} \dots + 2L_{20} + 4L_{21} + 2L_{22} + 4L_{23} + 2L_{24})$$

$4 \sum$ ordenadas de orden impar:

$$4(L_1 + L_3 + L_5 + L_7 + L_9 + L_{11} + L_{13} + L_{15} + L_{17} + L_{19} + L_{21} + L_{23}).$$

$2 \sum$ ordenadas de orden par:

$$2(L_2 + L_4 + L_6 + L_8 + L_{10} + L_{12} + L_{14} + L_{16} + L_{18} + L_{20} + L_{22} + L_{24})$$

$$A_{\frac{1}{3}} = \frac{h}{3} [y_0 + y_n + 2 \sum \text{ordenadas de orden par} + 4 \sum \text{ordenadas de orden impar}]$$

$$A_H = \frac{1}{3} (1.99526E-13 + 1 + 3.750023482 + 9.909691915)$$

$$A_H = 4.886571799$$



b) Curva de Enfriamiento (AC) i= 15

$$A_c = \frac{\Delta t}{3}(L_0 + 4L_1 + 2L_2 + 4L_3 + 2L_4 + 4L_5 + 2L_6 + 4L_7 + 2L_8 + 4L_9 + 2L_{10} \dots + 2L_{14} + 4L_{15})$$

4 Σ ordenadas de orden impar:

$$4(L_1 + L_3 + L_5 + L_7 + L_9 + L_{11} + L_{13} + L_{15}).$$

2 Σ ordenadas de orden par:

$$2(L_2 + L_4 + L_6 + L_8 + L_{10} + L_{12} + L_{14})$$

$$A_{\frac{1}{3}} = \frac{h}{3}[y_0 + y_n + 2\Sigma \text{ordenadas de orden par} + 4\Sigma \text{ordenadas de orden impar}]$$

$$A_c = \frac{1}{3}(1 + 1.7378E-12 + 9.12011E-13 + 7.649209957)$$

$$A_c = 3.523416768$$

$$\text{Área Total} = A_H + A_C = 4.886571799 + 3.523416768 = 8.409988567$$

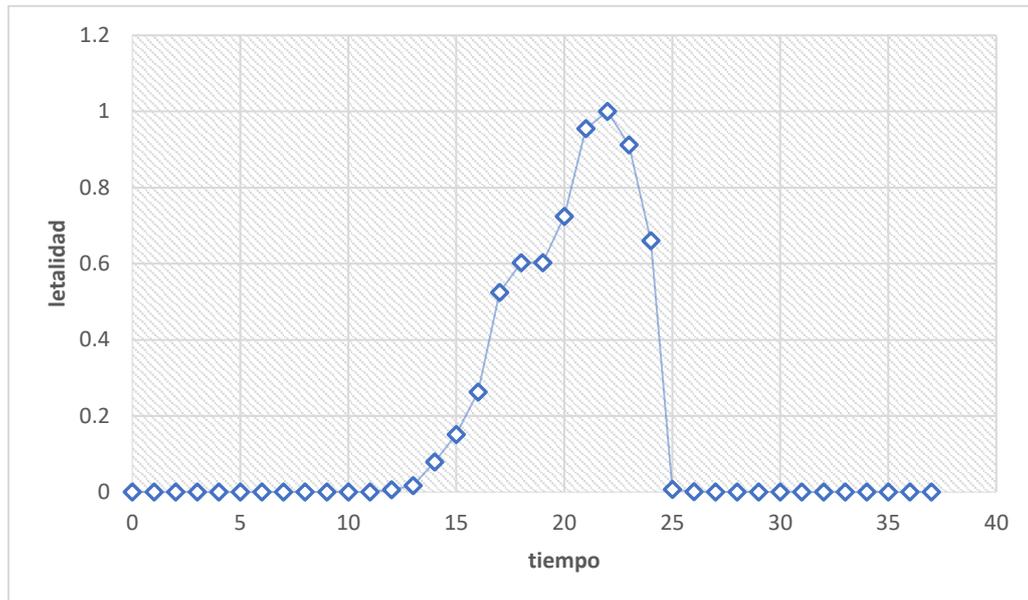
$F_0 \text{ proceso} = 8.41$



Cuadro C.3. Cálculo de letalidad para E2P1 Blanca de Juli Y Pasankalla.

TIEMPO (min)	TEMPERATURA (°C)	L(letalidad)	L CALENT.	L ENFR.
0	16.1	1.65959E-13	L0	
1	17.9	3.80189E-13	L1	
2	22.9	3.80189E-12	L2	
3	32.1	2.63027E-10	L3	
4	35.4	1.20226E-09	L4	
5	40.2	1.09648E-08	L5	
6	44.8	9.12011E-08	L6	
7	47.6	3.31131E-07	L7	
8	52.5	3.16228E-06	L8	
9	54.9	9.54993E-06	L9	
10	59.7	8.70964E-05	L10	
11	60	0.0001	L11	
12	68.9	0.006025596	L12	
13	71.2	0.017378008	L13	
14	74.5	0.079432823	L14	
15	75.9	0.151356125	L15	
16	77.1	0.263026799	L16	
17	78.6	0.52480746	L17	
18	78.9	0.602559586	L18	
19	78.9	0.602559586	L19	
20	79.3	0.72443596	L20	
21	79.9	0.954992586	L21	
22	80	1	L22	L0
23	79.4	0.758577575		L1
24	79.1	0.660693448		L2
25	69.2	0.00691831		L3
26	64.7	0.000870964		L4
27	59.9	9.54993E-05		L5
28	54.3	7.24436E-06		L6
29	49.6	8.31764E-07		L7
30	48.1	4.16869E-07		L8
31	39.2	6.91831E-09		L9
32	34.6	8.31764E-10		L10
33	33.2	4.36516E-10		L11
34	28.4	4.7863E-11		L12
35	24.7	8.70964E-12		L13
36	22.1	2.63027E-12		L14
37	20.5	1.25893E-12		L15

LETALIDAD PARA E2P1



APLICACIÓN DE LA INTEGRACION NUMERICA DE SIMPSON

Se aplico la integración numérica de Simpson para el cálculo de F_0

a) Curva de Calentamiento (AH)... $i = 22$

$$A_H = \frac{\Delta t}{3} (L_0 + 4L_1 + 2L_2 + 4L_3 + 2L_4 + 4L_5 + 2L_6 + 4L_7 + 2L_8 + 4L_9 + 2L_{10} \dots + 2L_{20} + 4L_{21} + 2L_{22})$$

$4 \sum$ ordenadas de orden impar:

$$4(L_1 + L_3 + L_5 + L_7 + L_9 + L_{11} + L_{13} + L_{15} + L_{17} + L_{19} + L_{21}).$$

$2 \sum$ ordenadas de orden par:

$$2(L_2 + L_4 + L_6 + L_8 + L_{10} + L_{12} + L_{14} + L_{16} + L_{18} + L_{20} + L_{22})$$

$$A_{\frac{1}{3}} = \frac{h}{3} [y_0 + y_n + 2 \sum \text{ordenadas de orden par} + 4 \sum \text{ordenadas de orden impar}]$$

$$A_H = \frac{1}{3} (1.65959E-13 + 1 + 3.351142231 + 9.004814631)$$

$$A_H = 4.451985621$$



b) Curva de Enfriamiento (AC) i= 15

$$A_c = \frac{\Delta t}{3}(L_0 + 4L_1 + 2L_2 + 4L_3 + 2L_4 + 4L_5 + 2L_6 + 4L_7 + 2L_8 + 4L_9 + 2L_{10} \dots + 2L_{14} + 4L_{15})$$

4 Σ ordenadas de orden impar:

$$4(L_1 + L_3 + L_5 + L_7 + L_9 + L_{11} + L_{13} + L_{15}).$$

2 Σ ordenadas de orden par:

$$2(L_2 + L_4 + L_6 + L_8 + L_{10} + L_{12} + L_{14})$$

$$A_{\frac{1}{3}} = \frac{h}{3}[y_0 + y_n + 2\Sigma \text{ordenadas de orden par} + 4\Sigma \text{ordenadas de orden impar}]$$

$$A_c = \frac{1}{3}(1 + 1.25893E-12 + 1.323144147 + 3.062368893)$$

$$A_c = 1.795171013$$

$$\text{Área Total} = A_H + A_C = 4.451985621 + 1.795171013 = 6.247156634$$

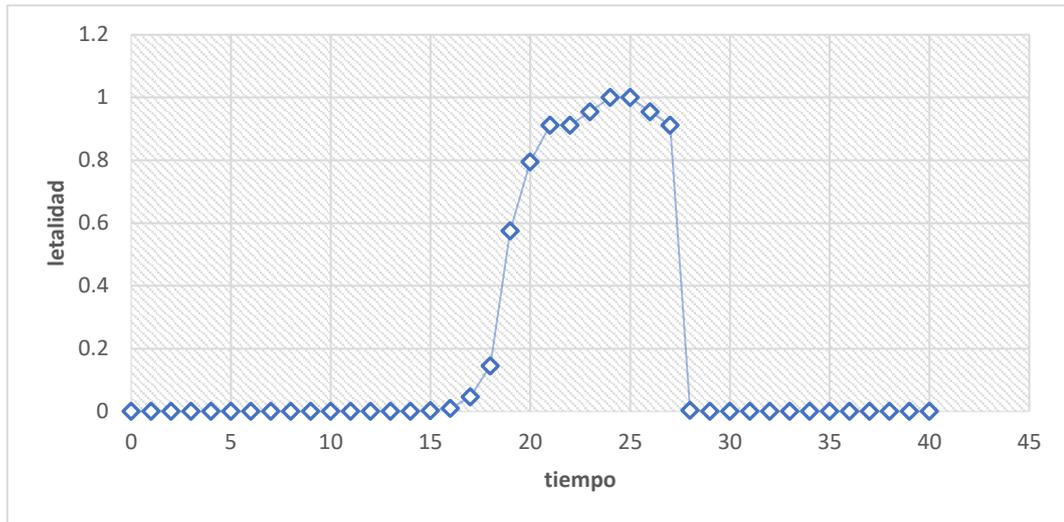
$F_0 \text{ proceso} = 6.25$



Cuadro C.4. Cálculo de letalidad para E2P2 Blanca de Juli Y Pasankalla.

TIEMPO (min)	TEMPERATURA (°C)	L(letalidad)	L CALENT.	L ENFR.
0	18.9	6.0256E-13	L0	
1	21.1	1.6596E-12	L1	
2	24.6	8.3176E-12	L2	
3	30.2	1.0965E-10	L3	
4	34.7	8.7096E-10	L4	
5	39.2	6.9183E-09	L5	
6	41.9	2.3988E-08	L6	
7	45.7	1.3804E-07	L7	
8	48.4	4.7863E-07	L8	
9	49.9	9.5499E-07	L9	
10	53.2	4.3652E-06	L10	
11	58.7	5.4954E-05	L11	
12	63.7	0.00054954	L12	
13	66.4	0.00190546	L13	
14	71.2	0.01737801	L14	
15	74.5	0.07943282	L15	
16	77.2	0.27542287	L16	
17	77.9	0.3801894	L17	
18	77.9	0.3801894	L18	
19	78	0.39810717	L19	
20	78.1	0.41686938	L20	
21	78.4	0.47863009	L21	
22	79.2	0.69183097	L22	
23	79.8	0.91201084	L23	
24	79.8	0.91201084	L24	
25	79.9	0.95499259	L25	
26	80	1	L26	
27	80	1	L27	L0
28	78.5	0.50118723		L1
29	78	0.39810717		L2
30	76.5	0.19952623		L3
31	70.2	0.01096478		L4
32	68.6	0.00524807		L5
33	62.5	0.00031623		L6
34	54.2	6.9183E-06		L7
35	49.7	8.7096E-07		L8
36	43.2	4.3652E-08		L9
37	38.4	4.7863E-09		L10
38	33.6	5.2481E-10		L11
39	29.7	8.7096E-11		L12
40	24.6	8.3176E-12		L13
41	21.8	2.2909E-12		L14

LETALIDAD PARA E2P2



APLICACIÓN DE LA INTEGRACION NUMERICA DE SIMPSON

Se aplico la integración numérica de Simpson para el cálculo de F0

a) Curva de Calentamiento (AH)... i = 27

$$A_H = \frac{\Delta t}{3} (L_0 + 4L_1 + 2L_2 + 4L_3 + 2L_4 + 4L_5 + 2L_6 + 4L_7 + 2L_8 + 4L_9 + 2L_{10} \dots + 2L_{24} + 4L_{25} + 2L_{26} + 4L_{27})$$

4∑ordenadas de orden impar:

$$4(L_1 + L_3 + L_5 + L_7 + L_9 + L_{11} + L_{13} + L_{15} + L_{17} + L_{19} + L_{21} + L_{23} + L_{25} + L_{27}).$$

2∑ordenadas de orden par:

$$2(L_2 + L_4 + L_6 + L_8 + L_{10} + L_{12} + L_{14} + L_{16} + L_{18} + L_{20} + L_{22} + L_{24} + L_{26})$$

$$A_{\frac{1}{3}} = \frac{h}{3} [y_0 + y_n + 2\sum \text{ordenadas de orden par} + 4\sum \text{ordenadas de orden impar}]$$

$$A_H = \frac{1}{3} (6.0256E-13 + 1 + 7.388511756 + 12.82129769)$$

$$A_H = 7.06993648$$



b) Curva de Enfriamiento (AC) i= 14

$$A_c = \frac{\Delta t}{3}(L_0 + 4L_1 + 2L_2 + 4L_3 + 2L_4 + 4L_5 + 2L_6 + 4L_7 + 2L_8 + 4L_9 + 2L_{10} \dots + 2L_{14})$$

4 Σ ordenadas de orden impar:

$$4(L_1 + L_3 + L_5 + L_7 + L_9 + L_{11} + L_{13}).$$

2 Σ ordenadas de orden par:

$$2(L_2 + L_4 + L_6 + L_8 + L_{10} + L_{12} + L_{14})$$

$$A_{\frac{1}{3}} = \frac{h}{3}[y_0 + y_n + 2\Sigma \text{ordenadas de orden par} + 4\Sigma \text{ordenadas de orden impar}]$$

$$A_c = \frac{1}{3}(1 + 2.2909E-12 + 1.411937004 + 1.637556224)$$

$$A_c = 1.34983108$$

$$\text{Área Total} = A_H + A_C = 7.06993648 + 1.34983108 = 8.41976756$$

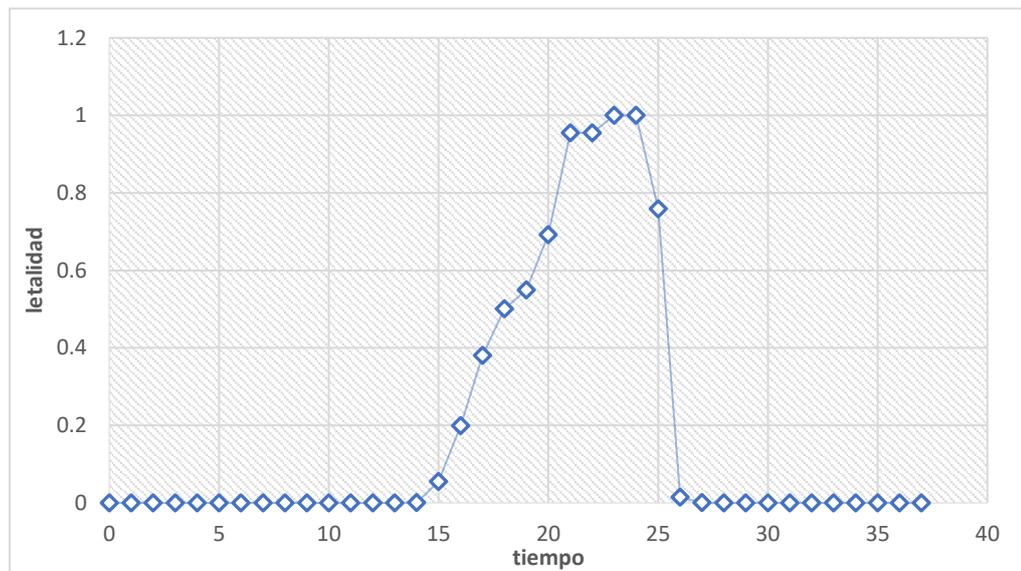
$F_0 \text{ proceso} = 8.42$



Cuadro C.5. Cálculo de letalidad para E3P1 Blanca de Juli Y Pasankalla.

TIEMPO (min)	TEMPERATURA (°C)	L(letalidad)	L CALENT.	L ENFR.
0	17.5	3.16228E-13	L0	
1	18.6	5.24807E-13	L1	
2	22.7	3.46737E-12	L2	
	3	24.5	7.94328E-12	L3
4	29.6	8.31764E-11	L4	
5	35.4	1.20226E-09	L5	
6	38.9	6.0256E-09	L6	
7	40.8	1.44544E-08	L7	
8	44.9	9.54993E-08	L8	
9	48.6	5.24807E-07	L9	
10	51.1	1.65959E-06	L10	
11	57.6	3.31131E-05	L11	
12	59.8	9.12011E-05	L12	
13	60	0.0001	L13	
14	64.6	0.000831764	L14	
15	73.7	0.054954087	L15	
16	76.5	0.199526231	L16	
17	77.9	0.380189396	L17	
18	78.5	0.501187234	L18	
19	78.7	0.549540874	L19	
20	79.2	0.691830971	L20	
21	79.9	0.954992586	L21	
22	79.9	0.954992586	L22	
23	80	1	L23	L0
24	80	1		L1
25	79.4	0.758577575		L2
26	70.8	0.014454398		L3
27	65.2	0.001096478		L4
28	54.7	8.70964E-06		L5
29	48.6	5.24807E-07		L6
30	40.1	1.04713E-08		L7
31	38.6	5.24807E-09		L8
32	35.7	1.38038E-09		L9
33	30.9	1.51356E-10		L10
34	26.7	2.18776E-11		L11
35	24.3	7.24436E-12		L12
36	21.7	2.18776E-12		L13
37	19.9	9.54993E-13		L14
38	19.2	6.91831E-13		L15

LETALIDAD PARA E3P1



APLICACIÓN DE LA INTEGRACION NUMERICA DE SIMPSON

Se aplico la integración numérica de Simpson para el cálculo de F_0

a) Curva de Calentamiento (AH)... $i = 23$

$$A_H = \frac{\Delta t}{3} (L_0 + 4L_1 + 2L_2 + 4L_3 + 2L_4 + 4L_5 + 2L_6 + 4L_7 + 2L_8 + 4L_9 + 2L_{10} \dots + 2L_{20} + 4L_{21} + 2L_{22} + 4L_{23})$$

$4 \sum$ ordenadas de orden impar:

$$4(L_1 + L_3 + L_5 + L_7 + L_9 + L_{11} + L_{13} + L_{15} + L_{17} + L_{19} + L_{21} + L_{23}).$$

$2 \sum$ ordenadas de orden par:

$$2(L_2 + L_4 + L_6 + L_8 + L_{10} + L_{12} + L_{14} + L_{16} + L_{18} + L_{20} + L_{22})$$

$$A_{\frac{1}{3}} = \frac{h}{3} [y_0 + y_n + 2 \sum \text{ordenadas de orden par} + 4 \sum \text{ordenadas de orden impar}]$$

$$A_H = \frac{1}{3} (3.16228E-13 + 1 + 4.6969235 + 7.75924239)$$

$$A_H = 4.485388628$$



b) Curva de Enfriamiento (AC) i= 15

$$A_c = \frac{\Delta t}{3}(L_0 + 4L_1 + 2L_2 + 4L_3 + 2L_4 + 4L_5 + 2L_6 + 4L_7 + 2L_8 + 4L_9 + 2L_{10} \dots + 2L_{14} + 4L_{15})$$

4 Σ ordenadas de orden impar:

$$4(L_1 + L_3 + L_5 + L_7 + L_9 + L_{11} + L_{13} + L_{15}).$$

2 Σ ordenadas de orden par:

$$2(L_2 + L_4 + L_6 + L_8 + L_{10} + L_{12} + L_{14})$$

$$A_{\frac{1}{3}} = \frac{h}{3}[y_0 + y_n + 2\Sigma \text{ordenadas de orden par} + 4\Sigma \text{ordenadas de orden impar}]$$

$$A_c = \frac{1}{3}(1 + 6.91831E-13 + 2.02892624 + 0.00438803)$$

$$A_c = 1.011104757$$

$$\text{Área Total} = A_H + A_C = 4.485388628 + 1.011104757 = 5.496493386$$

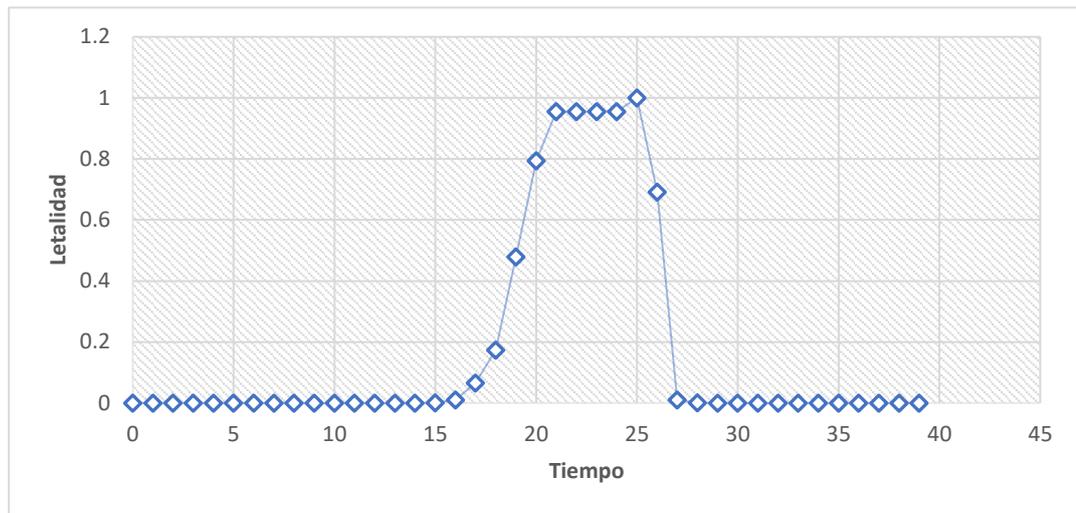
$F_0 \text{ proceso} = 5.50$



Cuadro C.6. Cálculo de letalidad para E3P2 Blanca de Juli Y Pasankalla.

TIEMPO (min)	TEMPERATURA (°C)	L(letalidad)	L CALENT.	L ENFR.
0	16.5	1.99526E-13	L0	
1	19.6	8.31764E-13	L1	
2	23.6	5.24807E-12	L2	
3	29.4	7.58578E-11	L3	
4	31.1	1.65959E-10	L4	
5	35.6	1.31826E-09	L5	
6	38.9	6.0256E-09	L6	
7	42.7	3.46737E-08	L7	
8	44.6	8.31764E-08	L8	
9	49.9	9.54993E-07	L9	
10	51.2	1.7378E-06	L10	
11	54.3	7.24436E-06	L11	
12	58.7	5.49541E-05	L12	
13	60.1	0.000104713	L13	
14	61.5	0.000199526	L14	
15	64.8	0.000912011	L15	
16	70.1	0.010471285	L16	
17	74.1	0.066069345	L17	
18	76.2	0.173780083	L18	
19	78.4	0.478630092	L19	
20	79.5	0.794328235	L20	
21	79.9	0.954992586	L21	
22	79.9	0.954992586	L22	
23	79.9	0.954992586	L23	
24	79.9	0.954992586	L24	
25	80	1	L25	L0
26	79.2	0.691830971		L1
27	70.1	0.010471285		L2
28	65.4	0.001202264		L3
29	61	0.000158489		L4
30	55.2	1.09648E-05		L5
31	48.7	5.49541E-07		L6
32	40.2	1.09648E-08		L7
33	38.7	5.49541E-09		L8
34	35.7	1.38038E-09		L9
35	31.2	1.7378E-10		L10
36	26.5	1.99526E-11		L11
37	24.2	6.91831E-12		L12
38	21.8	2.29087E-12		L13
39	19.5	7.94328E-13		L14

LETALIDAD PARA E3P2



APLICACIÓN DE LA INTEGRACION NUMERICA DE SIMPSON

Se aplico la integración numérica de Simpson para el cálculo de F_0

a) Curva de Calentamiento (AH)... $i = 25$

$$A_H = \frac{\Delta t}{3} (L_0 + 4L_1 + 2L_2 + 4L_3 + 2L_4 + 4L_5 + 2L_6 + 4L_7 + 2L_8 + 4L_9 + 2L_{10} \dots + 2L_{20} + 4L_{21} + 2L_{22} + 4L_{23} + 2L_{24} + 4L_{25}).$$

$4 \sum$ ordenadas de orden impar:

$$4(L_1 + L_3 + L_5 + L_7 + L_9 + L_{11} + L_{13} + L_{15} + L_{17} + L_{19} + L_{21} + L_{23} + L_{25}).$$

$2 \sum$ ordenadas de orden par:

$$2(L_2 + L_4 + L_6 + L_8 + L_{10} + L_{12} + L_{14} + L_{16} + L_{18} + L_{20} + L_{22} + L_{24})$$

$$A_{\frac{1}{3}} = \frac{h}{3} [y_0 + y_n + 2 \sum \text{ordenadas de orden par} + 4 \sum \text{ordenadas de orden impar}]$$

$$A_H = \frac{1}{3} (1.99526E-13 + 1 + 3.86765699 + 9.82283827)$$

$$A_H = 4.896831755$$



b) Curva de Enfriamiento (AC) i= 14

$$A_c = \frac{\Delta t}{3}(L_0 + 4L_1 + 2L_2 + 4L_3 + 2L_4 + 4L_5 + 2L_6 + 4L_7 + 2L_8 + 4L_9 + 2L_{10} \dots + 2L_{14})$$

4 Σ ordenadas de orden impar:

$$4(L_1 + L_3 + L_5 + L_7 + L_9 + L_{11} + L_{13}).$$

2 Σ ordenadas de orden par:

$$2(L_2 + L_4 + L_6 + L_8 + L_{10} + L_{12} + L_{14})$$

$$A_{\frac{1}{3}} = \frac{h}{3}[y_0 + y_n + 2\Sigma \text{ordenadas de orden par} + 4\Sigma \text{ordenadas de orden impar}]$$

$$A_c = \frac{1}{3}(1 + 7.94328E-13 + 1.38608843 + 4.04252132)$$

$$A_c = 2.142869915$$

$$\text{Área Total} = A_H + A_C = 4.896831755 + 2.142869915 = 7.039701670$$

$F_0 \text{ proceso} = 7.04$



Cuadro C.7. Análisis de Varianza (ANVA) para LETALIDAD P1

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A: TIEMPO	11.2554	38	0.296194	37.92	0.0000
B: TRATAMIENTOS CON P1	0.0214968	2	0.0107484	1.38	0.2590
RESIDUOS	0.578073	74	0.00781179		
TOTAL (CORREGIDO)	11.8499	114			

Cuadro C.8. Pruebas de Múltiple Rangos para LETALIDAD por TIEMPO

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>TIEMPO</i>	<i>Caso s</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
38	1	-0.0160499	0.0891563	ab
0	3	0	0.0510287	a
37	3	1.10364E-12	0.0510287	a
1	3	1.56927E-12	0.0510287	a
36	3	3.43803E-12	0.0510287	a
35	3	7.96546E-12	0.0510287	a
34	3	3.42842E-11	0.0510287	a
2	3	6.035E-11	0.0510287	a
33	3	2.44138E-10	0.0510287	a
3	3	4.91077E-10	0.0510287	a
32	3	9.67992E-10	0.0510287	a
4	3	2.26028E-9	0.0510287	a
31	3	5.88726E-9	0.0510287	a
5	3	9.84835E-9	0.0510287	a
6	3	4.83632E-8	0.0510287	a
30	3	1.46102E-7	0.0510287	a
7	3	1.65647E-7	0.0510287	a
29	3	4.90462E-7	0.0510287	a
8	3	0.00000124547	0.0510287	a
9	3	0.00000431959	0.0510287	a
28	3	0.00000557086	0.0510287	a
10	3	0.0000322331	0.0510287	a
11	3	0.0000494162	0.0510287	a
27	3	0.000401927	0.0510287	a
12	3	0.002049	0.0510287	a
13	3	0.00585248	0.0510287	a
26	3	0.00741456	0.0510287	a
14	3	0.0268555	0.0510287	ab



15	3	0.0699803	0.0510287	ab
16	3	0.166287	0.0510287	bc
25	3	0.299107	0.0510287	cd
17	3	0.347678	0.0510287	de
18	3	0.468581	0.0510287	ef
19	3	0.604265	0.0510287	fg
20	3	0.724948	0.0510287	g
24	3	0.886898	0.0510287	h
21	3	0.901438	0.0510287	h
22	3	0.969995	0.0510287	h
23	3	0.97067	0.0510287	h

Cuadro C.9. Análisis de Varianza (ANVA) para LETALIDAD P2

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón -F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: TIEMPO	15.4916	41	0.377843	50.71	0.0000
B: TRATAMIENTOS CON P2	0.0230482	2	0.0115241	1.55	0.2194
RESIDUOS	0.581182	78	0.00745105		
TOTAL (CORREGIDO)	16.0907	121			

C.10. Pruebas de Múltiple Rangos para LETALIDAD por TIEMPO

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>TIEMPO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
41	1	-0.00977248	0.0870358	ab
40	1	-0.00977248	0.0870358	ab
0	3	0	0.0498366	a
1	3	0	0.0498366	a
39	3	2.76218E-12	0.0498366	a
2	3	3.67195E-12	0.0498366	a
38	3	1.01833E-11	0.0498366	a
37	3	3.65062E-11	0.0498366	a
3	3	4.73847E-11	0.0498366	a
36	3	1.12423E-10	0.0498366	a
4	3	1.95197E-10	0.0498366	a
35	3	9.37697E-10	0.0498366	a



5	3	1.65384E-9	0.0498366	a
34	3	4.86942E-9	0.0498366	a
6	3	7.30967E-9	0.0498366	a
7	3	3.35957E-8	0.0498366	a
33	3	5.72827E-8	0.0498366	a
8	3	1.8191E-7	0.0498366	a
32	3	3.70016E-7	0.0498366	a
9	3	6.94447E-7	0.0498366	a
10	3	0.00000188779	0.0498366	a
31	3	0.00000190236	0.0498366	a
11	3	0.0000102495	0.0498366	a
30	3	0.0000229634	0.0498366	a
12	3	0.0000656682	0.0498366	a
13	3	0.0001779	0.0498366	a
29	3	0.00026999	0.0498366	a
14	3	0.000385595	0.0498366	a
15	3	0.002272	0.0498366	a
28	3	0.00349986	0.0498366	a
16	3	0.00971377	0.0498366	a
17	3	0.0524957	0.0498366	ab
18	3	0.15656	0.0498366	b
19	3	0.55221	0.0498366	c
27	3	0.611498	0.0498366	c
20	3	0.782411	0.0498366	d
26	3	0.867272	0.0498366	de
21	3	0.912656	0.0498366	de
22	3	0.940665	0.0498366	e
23	3	0.954993	0.0498366	e
24	3	0.984998	0.0498366	e
25	3	1.0	0.0498366	e

ANEXO 4

RESULTADOS DEL ANÁLISIS PROXIMAL DE LA BEBIDA FERMENTADA, CLARIFICADA Y PASTEURIZADA EN AMBAS VARIETADES DE QUINUA Y SU ANÁLISIS DE VARIANZA



MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA-INIA
LABORATORIO DE ANÁLISIS
ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO
ANEXO SALCEDO
Ofic. Principal: Av La Molina 1981-La Molina Lima



SOLICITANTE

PROCEDENCIA

PRODUCTO

LOTE N°

CANTIDAD

TIPO DE ANÁLISIS

N° DE ANÁLISIS

FECHA DE PRODUCCIÓN

FECHA DE VENCIMIENTO

FECHA DE RECEPCIÓN

FECHA DE CERTIFICACIÓN

MUESTREO

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

: Yaqueline Doris Velasquez Velasquez.

: Luz Herminia Velasquez Velasquez.

: Puno.

: Bebida Fermentada de Quinua.

:

:

: Análisis Físico Químico.

: 14.

:

:

: 14 de Diciembre del 2017.

: 23 de Diciembre del 2017.

: Interesados.

DETERMINACIONES	HUMEDAD (%)	PROTEÍNA (N*6.25)	FIBRA (%)	CENIZAS (%)	GRASA (%)	ELN (%)	ENERGIA (Kcal/100g)	GRADO DE ALCOHOL (%)	PH
Pasankalla, Sin tratamiento	98.00	0.56	1.00	0.13	0.04	0.27	3.56	3.94	3.89
Pasankalla, E1: Rohavin Clear, P1=3min	98.00	0.37	0.34	0.10	0.03	1.16	6.34	2.01	3.52
Pasankalla, E1: Rohavin Clear, P2=5min	98.39	0.46	0.27	0.09	0.03	0.76	5.07	2.00	3.40
Pasankalla, E2: Rohalase Bx, P1=3min	98.40	0.49	0.30	0.10	0.03	0.71	4.99	2.89	3.50
Pasankalla, E2: Rohalase Bx, P2=5min	98.28	0.40	0.30	0.09	0.03	0.90	5.41	2.03	3.40
Pasankalla, E3: Rohament CI, P1=3min	98.43	0.46	0.30	0.10	0.03	0.68	4.75	3.70	3.50
Pasankalla, E3: Rohament CI, P2=5min	98.36	0.39	0.28	0.09	0.01	0.87	5.08	2.40	3.40
Blanca de Juli, Sin tratamiento	98.05	0.48	1.01	0.18	0.06	0.22	3.22	3.90	3.90
Blanca de Juli, E1: Rohavin Clear, P1=3min	98.53	0.40	0.27	0.12	0.03	0.65	4.40	2.80	3.50
Blanca de Juli, E1: Rohavin Clear, P2=5min	98.40	0.43	0.25	0.10	0.02	0.80	5.04	1.95	3.47
Blanca de Juli, E2: Rohalase Bx, P1=3min	98.40	0.38	0.30	0.12	0.04	0.76	4.85	2.03	3.49
Blanca de Juli, E2: Rohalase Bx, P2=5min	98.33	0.40	0.30	0.09	0.03	0.85	5.21	2.00	3.90
Blanca de Juli, E3: Rohament CI, P1=3min	98.16	0.39	0.33	0.13	0.04	0.95	5.65	3.85	3.48
Blanca de Juli, E3: Rohament CI, P2=5min	98.20	0.37	0.30	0.10	0.02	1.01	5.65	2.23	3.44

Normas ó Métodos de ensayo utilizados en el Laboratorio:

NTP 209.262 Alimentos Determinación de Proteína Método Kjeldahl (F.C. 6.25).

NTP 209.263 Alimentos Determinación de Grasa Método Gravimétrico.

NTP 209.264 Alimentos Determinación de Humedad Método Por diferencia.

NTP 209.265 Alimentos Determinación de Cenizas Método Gravimétrico.

NTP 209.266 Alimentos Determinación de Acidez Método Volumétrico.

NTP 209.269 Alimentos Determinación de Fibra Método Weendy.

Conclusiones:

La muestra analizada de Bebida Fermentada de Quinua CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales.

Nota:

Cualquier corrección y/o enmendadura anula al presente documento. (El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo).



INIA
ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO
Ing° JORGE CANTUÑA ROJAS
Jefe Laboratorio Análisis
SALCEDO

Los resultados son aplicables a estas muestras.

www.inia.gob.pe

Rinconada de Salcedo s/n
Puno, Puno, Perú
T: (051) 363-812



D.1. Análisis de Varianza para GRASA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>G l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A: TRATAMIENTOS	0.00157143	1	0.000130952	0.65	0.759
		2			8
RESIDUOS	0.0002	1	0.0002		
TOTAL (CORREGIDO)	0.00177143	1			
		3			

D.2. Análisis de Varianza para HUMEDAD

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>G l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A: TRATAMIENTOS	0.314893	1	0.0262411	0.40	0.857
		2			9
RESIDUOS	0.0648	1	0.0648		
TOTAL (CORREGIDO)	0.359693	1			
		3			

D.3. Análisis de Varianza para FIBRA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A: TRATAMIENTOS	0.869321	12	0.0724435	40.25	0.1210
RESIDUOS	0.0018	1	0.0018		
TOTAL (CORREGIDO)	0.871121	13			

D.4. Pruebas de Múltiple Rangos para FIBRA por TRATAMIENTOS

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
Blanca E1P1	1	0.25	0.0424264	ab
Blanca E1P2	1	0.27	0.0424264	ab
Blanca E2P1	1	0.27	0.0424264	ab
Blanca E2P2	1	0.3	0.0424264	ab
Blanca E3P1	1	0.3	0.0424264	ab
Blanca E3P2	1	0.3	0.0424264	ab
Pasankalla E1P1	1	0.3	0.0424264	ab
Pasankalla E1P2	1	0.3	0.0424264	ab



Pasankalla E2P1	1	0.3	0.0424264	ab
Pasankalla E2P2	2	0.31	0.03	a
Pasankalla E3P1	1	0.33	0.0424264	ab
Blanca SIN	1	1.0	0.0424264	b
TRATAMIENTO				
Pasankalla SIN	1	1.01	0.0424264	b
TRATAMIENTO				

D.5. Análisis de Varianza para CENIZAS

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A: TRATAMIENTOS	0.00795	12	0.0006625	13.25	0.2089
RESIDUOS	0.00005	1	0.00005		
TOTAL (CORREGIDO)	0.008	13			

D.6. Análisis de Varianza para ELN

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A: TRATAMIENTOS	0.810471	12	0.0675393	1.61	0.5463
RESIDUOS	0.04205	1	0.04205		
TOTAL (CORREGIDO)	0.852521	13			

D.7. Análisis de Varianza para GRADO DE ALCOHOL

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A: TRATAMIENTOS	7.86316	7	1.12331	7.95	0.0182
B: VARIEDADES	0.00240833	1	0.00240833	0.02	0.9012
RESIDUOS	0.706842	5	0.141368		
TOTAL (CORREGIDO)	8.57315	13			



D.8. Pruebas de Múltiple Rangos para GRADO ALCOHOLICO por TRATAMIENTOS

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
E1P2	2	1.975	0.265865	a
E2P2	2	2.015	0.265865	a
E3P2	2	2.315	0.265865	a
E1P1	2	2.405	0.265865	a
E2P1	2	2.46	0.265865	a
E3P1	2	3.775	0.265865	b
P sin tratamiento	1	3.91417	0.391343	b
B sin tratamiento	1	3.92583	0.391343	b



ANEXO 5

ANÁLISIS DE VARIANZA DE VISCOSIDAD DE LAS BEBIDAS FERMENTADAS, CLARIFICADAS Y PASTEURIZADAS

Cuadro E.1. Datos obtenidos para viscosidad

	BLANCA DE JULI	PASANKALLA
E1P1	1.64	1.54
	1.62	1.59
	1.59	1.57
E1P2	1.68	1.62
	1.71	1.58
	1.70	1.61
E2P1	1.55	1.50
	1.60	1.47
	1.58	1.49
E2P2	1.45	1.30
	1.44	1.36
	1.45	1.34
E3P1	1.60	1.65
	1.64	1.59
	1.63	1.67
E3P2	1.57	1.69
	1.49	1.71
	1.55	1.74
SIN TRAT.	1.98	2.00
	1.97	2.10
	1.98	2.08

Cuadro E.2. Análisis de Varianza para viscosidad

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: tratamientos	1.26085	6	0.210141	228.65	0.0000
B: variedades	0.000466667	1	0.000466667	0.51	0.4820
INTERACCIONES					
AB	0.1112	6	0.0185333	20.17	0.0000
RESIDUOS	0.0257333	28	0.000919048		
TOTAL (CORREGIDO)	1.39825	41			



Cuadro E.3. Pruebas de Múltiple Rangos para viscosidad por tratamientos

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
E2P2	6	1.39833	0.0123764	a
E2P1	6	1.53167	0.0123764	b
E1P1	6	1.58333	0.0123764	c
E3P2	6	1.625	0.0123764	d
E3P1	6	1.63	0.0123764	d
E1P2	6	1.645	0.0123764	d
SIN TRAT.	6	2.01	0.0123764	e



ANEXO 6

ANÁLISIS DE VARIANZA DE COLOR DE LAS BEBIDAS FERMENTADAS, CLARIFICADAS Y PASTEURIZADAS

F.1. Análisis de Varianza para L

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A: tratamiento	59.4063	6	9.90104	2464.26	0.0000
B: variedades	3.25723	1	3.25723	810.69	0.0000
INTERACCIONES					
AB	41.1634	6	6.86057	1707.52	0.0000
RESIDUOS	0.05625	14	0.00401786		
TOTAL (CORREGIDO)	103.883	27			

F.2. Pruebas de Múltiple Rangos para L por tratamiento

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
SIN TRAT.	4	17.95	0.0316933	a
E1P1	4	20.475	0.0316933	b
E3P1	4	20.5	0.0316933	b
E2P2	4	20.6	0.0316933	c
E3P2	4	20.875	0.0316933	d
E1P2	4	21.7875	0.0316933	e
E2P1	4	23.15	0.0316933	f

F.3. Análisis de Varianza para c*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A: tratamiento	22.92	6	3.82	2674.0	0.0000
B: variedades	0.571429	1	0.571429	400.00	0.0000
INTERACCIONES					
AB	1.77857	6	0.296429	207.50	0.0000
RESIDUOS	0.02	14	0.00142857		
TOTAL (CORREGIDO)	25.29	27			



F.4. Pruebas de Múltiple Rangos para c* por tratamiento

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
SIN TRAT.	4	4.6	0.0188982	a
E2P2	4	4.975	0.0188982	b
E3P2	4	5.45	0.0188982	c
E2P1	4	5.525	0.0188982	d
E3P1	4	6.275	0.0188982	e
E1P2	4	6.975	0.0188982	f
E1P1	4	7.15	0.0188982	g

f.5. Análisis de Varianza para H

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>G l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: tratamiento	524.089	6	87.3482	17469.64	0.0000
B: variedades	1146.88	1	1146.88	229376.0	0.0000
INTERACCIONE S					
AB	1670.31	6	278.384	55676.83	0.0000
RESIDUOS	0.07	1	0.005		
		4			
TOTAL	3341.34	2			
(CORREGIDO)		7			

F.6. Pruebas de Múltiple Rangos para H por tratamiento

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
E2P2	4	332.075	0.0353553	a
E3P1	4	333.65	0.0353553	b
E2P1	4	335.3	0.0353553	c
E1P2	4	336.2	0.0353553	d
E1P1	4	337.1	0.0353553	e
E3P2	4	339.575	0.0353553	f
SIN TRAT.	4	346.25	0.0353553	g



f.7. Análisis de Varianza para a*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: tratamiento	12.9721	6	2.16202	1210.73	0.0000
B: variedades	0.8575	1	0.8575	480.20	0.0000
INTERACCIONES					
AB	12.155	6	2.02583	1134.47	0.0000
RESIDUOS	0.025	14	0.00178571		
TOTAL (CORREGIDO)	26.0096	27			

f.8. Pruebas de Múltiple Rangos para a por tratamiento

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>tratamiento</i>	<i>Cas os</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
E3P1	4	4.85	0.0211289	a
E1P2	4	5.1	0.0211289	b
SIN TRAT.	4	5.2	0.0211289	c
E3P2	4	5.55	0.0211289	d
E2P2	4	5.9	0.0211289	e
E2P1	4	6.425	0.0211289	f
E1P1	4	6.85	0.0211289	g



f.9. Análisis de Varianza para b*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: tratamiento	18.4871	6	3.08119	454.07	0.0000
B: variedades	1.4175	1	1.4175	208.89	0.0000
INTERACCIONES					
AB	8.77	6	1.46167	215.40	0.0000
RESIDUOS	0.095	14	0.00678571		
TOTAL (CORREGIDO)	28.7696	27			

f.10. Pruebas de Múltiple Rangos para b* por tratamiento

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>tratamiento</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
E1P2	4	-1.7	0.0411877	a
E1P1	4	-1.55	0.0411877	b
E3P2	4	-1.35	0.0411877	c
E2P1	4	-1.125	0.0411877	d
E2P2	4	-0.925	0.0411877	e
E3P1	4	0.1	0.0411877	f
SIN TRAT.	4	0.625	0.0411877	g



ANEXO 7

G. Cartilla de evaluación sensorial y Análisis de Varianza de los atributos

CARTILLA DE EVALUACIÓN SENSORIAL Escala hedónica de 5 ptos

Nombre:.....

Edad: Fecha:...../...../.....

Muy buenas tardes, sírvase a evaluar la presente muestra, de acuerdo a la siguiente escala.

1. Me gusta mucho
2. Me gusta
3. Me es indiferente
4. No me gusta
5. Me disgusta mucho

Para continuar con la siguiente muestra, sírvase a enjuagarse la boca y continuemos.

MUESTRA	OLOR	COLOR	SABOR	APARIENCIA GENERAL
Blanca E1P1				
Blanca E1P2				
Blanca E2P1				
Blanca E2P2				
Blanca E3P1				
Blanca E3P2				
Blanca testigo				
Pasankalla E1P1				
Pasankalla E1P2				
Pasankalla E2P1				
Pasankalla E2P2				
Pasankalla E3P1				
Pasankalla E3P2				
Pasankalla testigo				

Gracias por su participación

COMENTARIOS O SUGERENCIAS

.....
.....
.....



Cuadro G.1. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA OLOR

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón -F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A: MUESTRA	40.6857	13	3.12967	5.98	0.0000
RESIDUOS	139.3	266	0.523684		
TOTAL (CORREGIDO)	179.986	279			

Cuadro G.2. PRUEBAS DE MÚLTIPLE RANGOS PARA OLOR POR MUESTRA
Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>MUESTRA</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
PASANKALLA E2P2	20	3.25	0.161815	a
BLANCA E2P2	20	3.3	0.161815	ab
PASANKALLA E3P2	20	3.7	0.161815	abc
BLANCA E1P2	20	3.75	0.161815	Bc
PASANKALLA E2P1	20	4.0	0.161815	cd
PASANKALLA E1P2	20	4.0	0.161815	cd
BLANCA E3P2	20	4.0	0.161815	cd
PASANKALLA E3P1	20	4.05	0.161815	cd
BLANCA E1P1	20	4.15	0.161815	cde
BLANCA E2P1	20	4.25	0.161815	de
PASANKALLA E1P1	20	4.25	0.161815	de
BLANCA TESTIGO	20	4.4	0.161815	de
BLANCA E3P1	20	4.4	0.161815	de
PASANKALLA TESTIGO	20	4.6	0.161815	e

Cuadro G.3. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA SABOR

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A: MUESTRA	38.3714	13	2.95165	7.70	0.0000
RESIDUOS	101.9	266	0.383083		
TOTAL (CORREGIDO)	140.271	279			



Cuadro G.4. PRUEBAS DE MÚLTIPLE RANGOS PARA SABOR POR MUESTRA
Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>MUESTRA</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
BLANCA E2P1	20	3.55	0.138398	a
PASANKALLA E2P1	20	3.65	0.138398	ab
BLANCA E2P2	20	3.8	0.138398	abc
PASANKALLA E2P2	20	3.95	0.138398	bcd
BLANCA E1P2	20	4.05	0.138398	cd
PASANKALLA E3P2	20	4.25	0.138398	de
BLANCA E3P1	20	4.25	0.138398	de
PASANKALLA E1P2	20	4.25	0.138398	de
PASANKALLA E3P1	20	4.3	0.138398	def
PASANKALLA E1P1	20	4.45	0.138398	ef
BLANCA E1P1	20	4.5	0.138398	efg
BLANCA E3P2	20	4.6	0.138398	efg
PASANKALLA	20	4.65	0.138398	fg
TESTIGO				
BLANCA TESTIGO	20	4.85	0.138398	g

Cuadro G.5. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA APARIENCIA GENERAL

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: MUESTRA	23.3857	13	1.7989	4.90	0.0000
RESIDUOS	97.7	266	0.367293		
TOTAL (CORREGIDO)	121.086	279			



Cuadro G.6. PRUEBAS DE MÚLTIPLE RANGOS PARA APARIENCIA GENERAL POR MUESTRA

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>MUESTRA</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
BLANCA E2P2	20	3.35	0.135516	a
PASANKALLA E2P1	20	3.85	0.135516	a
PASANKALLA E1P2	20	3.85	0.135516	a
BLANCA E3P2	20	3.85	0.135516	a
BLANCA E2P1	20	3.9	0.135516	ab
BLANCA E1P2	20	3.95	0.135516	abc
PASANKALLA E3P1	20	4.0	0.135516	abcd
BLANCA E3P1	20	4.1	0.135516	abcde
PASANKALLA E3P2	20	4.15	0.135516	abcde
PASANKALLA E2P2	20	4.25	0.135516	cde
PASANKALLA E1P1	20	4.3	0.135516	cde
PASANKALLA TESTIGO	20	4.35	0.135516	de
BLANCA E1P1	20	4.45	0.135516	e
BLANCA TESTIGO	20	4.45	0.135516	e



ANEXO 8

RESULTADOS DE ESTABILIDAD DE LA BEBIDA FERMENTADA, CLARIFICADA Y PASTEURIZADA. DATOS Y ANVA DE BRUX, PH Y ACIDEZ DURANTE EL ALMACENAMIENTO

CUADRO H.1. Datos obtenidos de grados brix de las bebidas fermentadas, clarificadas y pasteurizadas de quinua.

BLANCA DE JULI	E1P1	E1P2	E2P1	E2P2	E3P1	E3P2	SIN TRAT.
0	8.0	8.1	7.9	8.0	9.0	8.8	8.5
10	7.9	8.1	7.8	8.0	8.5	8.8	7.5
20	7.7	7.9	7.8	7.9	8.1	8.6	7.1
30	7.7	7.8	7.6	7.8	8.1	8.4	6.8

PASANKALLA	E1P1	E1P2	E2P1	E2P2	E3P1	E3P2	SIN TRAT.
0	8.9	9.0	8.1	8.3	8.1	8.3	8.4
10	8.7	8.9	8.1	8.2	8.0	8.2	7.6
20	8.7	8.8	7.9	8.2	8.0	8.1	7.4
30	8.5	8.7	7.8	8.0	7.8	7.7	7.2

Análisis de Varianza para Brix – E1P2

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: días de almacenamiento	0.01375	3	0.00458333	0.22	0.8801
B: E1P2: Blanca de Juli/Pasankalla	0.45125	1	0.45125	21.24	0.0192
RESIDUOS	0.06375	3	0.02125		
TOTAL (CORREGIDO)	0.52875	7			

Análisis de Varianza para Brix – E2P1

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: días de almacenamiento	0.01	3	0.00333333	2.00	0.2918
B: E2P1: Blanca de Juli/Pasankalla	0.125	1	0.125	75.00	0.0032
RESIDUOS	0.005	3	0.00166667		
TOTAL (CORREGIDO)	0.14	7			



Análisis de Varianza para Brix – E2P2

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: días de almacenamiento	0.00375	3	0.00125	1.00	0.500
B: E2P2: Blanca de Juli/Pasankalla	0.15125	1	0.15125	121.00	0.001
RESIDUOS	0.00375	3	0.00125		
TOTAL (CORREGIDO)	0.15875	7			

Análisis de Varianza para Brix – E3P1

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:días de almacenamiento	0.04375	3	0.0145833	11.67	0.036
B:E3P1: Blanca de Juli/Pasankalla	0.10125	1	0.10125	81.00	0.002
RESIDUOS	0.00375	3	0.00125		
TOTAL (CORREGIDO)	0.14875	7			

Análisis de Varianza para Brix – E3P2

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:días de almacenamiento	0.06375	3	0.02125	17.00	0.021
B:E3P2: Blanca de Juli/Pasankalla	0.00125	1	0.00125	1.00	0.391
RESIDUOS	0.00375	3	0.00125		
TOTAL (CORREGIDO)	0.06875	7			

Cuadro H.2. Medición de pH de las bebidas fermentadas, clarificadas y pasteurizadas de quinua

BLANCA DE JULI	E1P1	E1P2	E2P1	E2P2	E3P1	E3P2	SIN TRAT.
0	3.31	3.40	3.25	3.37	3.31	3.46	3.44
10	3.30	3.39	3.21	3.34	3.29	3.41	3.31
20	3.30	3.39	3.19	3.34	3.26	3.41	3.16
30	3.26	3.37	3.17	3.34	3.25	3.39	3.11

PASANKALLA	E1P1	E1P2	E2P1	E2P2	E3P1	E3P2	SIN TRAT.
0	3.48	3.46	3.49	3.33	3.39	3.51	3.40
10	3.39	3.40	3.46	3.33	3.37	3.47	3.25
20	3.39	3.38	3.39	3.31	3.30	3.45	3.21
30	3.37	3.37	3.37	3.29	3.26	3.37	3.13

Análisis de Varianza para Brix – E1P1

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>G l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:días de almacenamiento	0.0066	3	0.0022	3.07	0.1908
B:E1P1: Blanca de Juli/Pasankalla	0.02645	1	0.02645	36.91	0.0090
RESIDUOS	0.00215	3	0.000716667		
TOTAL (CORREGIDO)	0.0352	7			

Análisis de Varianza para Brix – E1P2

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:días de almacenamiento	0.0039	3	0.0013	2.69	0.2190
B:E1P2: Blanca de Juli/Pasankalla	0.00045	1	0.00045	0.93	0.4058
RESIDUOS	0.00145	3	0.000483333		
TOTAL (CORREGIDO)	0.0058	7			



Análisis de Varianza para Brix – E2P1

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>G l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón -F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:días de almacenamiento	0.0121375	3	0.00404583	11.70	0.0366
B:E2P1: Blanca de Juli/Pasankalla	0.0990125	1	0.0990125	286.30	0.0004
RESIDUOS	0.0010375	3	0.000345833		
TOTAL (CORREGIDO)	0.112188	7			

Análisis de Varianza para Brix – E2P2

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>G l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:días de almacenamiento	0.0013375	3	0.000445833	3.06	0.1916
B:E2P2: Blanca de Juli/Pasankalla	0.0021125	1	0.0021125	14.49	0.0319
RESIDUOS	0.0004375	3	0.000145833		
TOTAL (CORREGIDO)	0.0038875	7			

Análisis de Varianza para Brix – E3P1

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>G l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor -P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:días de almacenamiento	0.0115375	3	0.00384583	6.64	0.0772
B:E3P1: Blanca de Juli/Pasankalla	0.0055125	1	0.0055125	9.52	0.0539
RESIDUOS	0.0017375	3	0.000579167		
TOTAL (CORREGIDO)	0.0187875	7			

Análisis de Varianza para Brix – E3P2

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>G l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor -P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:días de almacenamiento	0.0111375	3	0.0037125	5.75	0.0924
B:E3P2: Blanca de Juli/Pasankalla	0.0021125	1	0.0021125	3.27	0.1682
RESIDUOS	0.0019375	3	0.000645833		
TOTAL (CORREGIDO)	0.0151875	7			



CUADRO N° H.3. MEDICION DE ACIDEZ DE LAS BEBIDAS FERMENTADAS, CLARIFICADAS Y PASTEURIZADAS DE QUINUA.

BLANCA DE JULI	E1P1	E1P2	E2P1	E2P2	E3P1	E3P2	SIN TRAT.
0	0.3093	0.3213	0.3275	0.3229	0.3297	0.3359	0.3537
10	0.3107	0.3205	0.3299	0.3241	0.3309	0.3362	0.4324
20	0.3145	0.3223	0.3300	0.3257	0.3336	0.339	0.4645
30	0.3150	0.3258	0.3309	0.3264	0.3348	0.3399	0.5657

PASANKALLA	E1P1	E1P2	E2P1	E2P2	E3P1	E3P2	SIN TRAT.
0	0.3233	0.3042	0.3356	0.3385	0.3496	0.3275	0.3498
10	0.3244	0.3057	0.337	0.3399	0.3499	0.3298	0.3989
20	0.3246	0.3076	0.3359	0.3396	0.3517	0.3317	0.4787
30	0.3277	0.3096	0.3387	0.3412	0.3525	0.3329	0.5897

Análisis de Varianza para Acidez – E1P1

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón -F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: días de almacenamiento	0.0000296538	3	0.00000988458	6.29	0.0826
B: E1P1: Blanca de Juli/Pasankalla	0.000318781	1	0.000318781	202.88	0.0007
RESIDUOS	0.00000471375	3	0.00000157125		
TOTAL (CORREGIDO)	0.000353149	7			

Análisis de Varianza para Acidez – E1P2

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A: días de almacenamiento	0.0000100437	3	0.00000334792	8.94	0.0525
B: E1P2: Blanca de Juli/Pasankalla	0.000451501	1	0.000451501	1205.34	0.0001
RESIDUOS	0.00000112375	3	3.74583E-7		
TOTAL (CORREGIDO)	0.000462669	7			



Análisis de Varianza para Acidez – E2P1

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>G l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:días de almacenamiento	0.00000952375	3	0.00000317458	18.18	0.0199
B:E2P1: Blanca de Juli/Pasankalla	0.000209101	1	0.000209101	1197.72	0.0001
RESIDUOS	5.2375E-7	3	1.74583E-7		
TOTAL (CORREGIDO)	0.000219149	7			

Análisis de Varianza para Acidez – E2P2

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>G l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:días de almacenamiento	0.0000100437	3	0.00000334792	8.94	0.0525
B:E2P2: Blanca de Juli/Pasankalla	0.000451501	1	0.000451501	1205.34	0.0001
RESIDUOS	0.00000112375	3	3.74583E-7		
TOTAL (CORREGIDO)	0.000462669	7			

Análisis de Varianza para Acidez – E3P1

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>G l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:días de almacenamiento	0.0000210937	3	0.00000703125	14.61	0.0270
B:E3P1: Blanca de Juli/Pasankalla	0.000697511	1	0.000697511	1449.37	0.0000
RESIDUOS	0.00000144375	3	4.8125E-7		
TOTAL (CORREGIDO)	0.000720049	7			

Análisis de Varianza para Acidez – E3P2

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>G l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:días de almacenamiento	0.0000276437	3	0.00000921458	26.23	0.0118
B:E3P2: Blanca de Juli/Pasankalla	0.000105851	1	0.000105851	301.36	0.0004
RESIDUOS	0.00000105375	3	3.5125E-7		
TOTAL (CORREGIDO)	0.000134549	7			



ANEXO 9

I. CALCULO PREDICCIÓN DE VIDA EN ANAQUEL SEGÚN EL VALOR DE ACIDEZ Y ANVA

Cuadro I.1. Cálculos para predicción de vida en anaquel Blanca de Juli y Pasankalla.

Predicción de vida en anaquel para E1P1 BLANCA DE JULI:	Predicción de vida en anaquel para E1P2 BLANCA DE JULI:	Predicción de vida en anaquel para E2P1 BLANCA DE JULI:
K= velocidad de reacción T= tiempo	K= velocidad de reacción T= tiempo	K= velocidad de reacción T= tiempo
*Hallando valor “k” ec. (10)	*Hallando valor “k” ec. (10)	*Hallando valor “k” ec. (10)
$K = (A_o - A_e) / t$	$K = (A_o - A_e) / t$	$K = (A_o - A_e) / t$
$K = (0.3093 - 0.3150) / 30$	$K = (0.3213 - 0.3258) / 30$	$K = (0.3275 - 0.3309) / 30$
$k = -0.0001900$	$k = -0.0001500$	$k = -0.0001133$
*Reemplazando “k” para hallar tiempo de vida en anaquel. **Considerando una acidez critica de 0.35	*Reemplazando “k” para hallar tiempo de vida en anaquel. **Considerando una acidez critica de 0.35	*Reemplazando “k” para hallar tiempo de vida en anaquel. **Considerando una acidez critica de 0.35
$T = (0.3093 - 0.35) / -0.0001900$	$T = (0.3213 - 0.35) / -0.0001500$	$T = (0.3275 - 0.35) / -0.0001133$
t= 214.2días.	t= 191.3	t= 198.5



<p>Predicción de vida en anaquel para E2P2 BLANCA DE JULI:</p> <p>K= velocidad de reacción T= tiempo</p> <p>*Hallando valor “k” ec. (10)</p> <p>$K = (A_o - A_e) / t$</p> <p>$K = (0.3229 - 0.3264) / 30$</p> <p>$k = -0.0001167$</p> <p>*Remplazando “k” para hallar tiempo de vida en anaquel. **Considerando una acidez critica de 0.35</p> <p>$T = (0.3229 - 0.35) / -0.0001167$</p> <p>t= 232.3 días.</p>	<p>Predicción de vida en anaquel para E3P1 BLANCA DE JULI:</p> <p>K= velocidad de reacción T= tiempo</p> <p>*Hallando valor “k” ec. (10)</p> <p>$K = (A_o - A_e) / t$</p> <p>$K = (0.3297 - 0.3348) / 30$</p> <p>$k = -0.0001700$</p> <p>$k = -0.0001700$</p> <p>*Remplazando “k” para hallar tiempo de vida en anaquel. **Considerando una acidez critica de 0.35</p> <p>$T = (0.3297 - 0.35) / -0.0001700$</p> <p>t= 119.4 días.</p>	<p>Predicción de vida en anaquel para E3P1 BLANCA DE JULI:</p> <p>K= velocidad de reacción T= tiempo</p> <p>*Hallando valor “k” ec. (10)</p> <p>$K = (A_o - A_e) / t$</p> <p>$K = (0.3359 - 0.3399) / 30$</p> <p>$k = -0.0001333$</p> <p>*Remplazando “k” para hallar tiempo de vida en anaquel. **Considerando una acidez critica de 0.35</p> <p>$T = (0.3359 - 0.35) / -0.0001333$</p> <p>t= 105.8 días.</p>
<p>Predicción de vida en anaquel para E1P1 PASANKALLA:</p> <p>K= velocidad de reacción T= tiempo</p> <p>*Hallando valor “k” ec. (10)</p> <p>$K = (A_o - A_e) / t$</p> <p>$K = (0.3233 - 0.3277) / 30$</p> <p>$k = -0.0001467$</p>	<p>Predicción de vida en anaquel para E1P2 PASANKALLA:</p> <p>K= velocidad de reacción T= tiempo</p> <p>*Hallando valor “k” ec. (10)</p> <p>$K = (A_o - A_e) / t$</p> <p>$K = (0.3042 - 0.3096) / 30$</p> <p>$k = -0.00018$</p>	<p>Predicción de vida en anaquel para E2P1 PASANKALLA:</p> <p>K= velocidad de reacción T= tiempo</p> <p>*Hallando valor “k” ec. (10)</p> <p>$K = (A_o - A_e) / t$</p> <p>$K = (0.3356 - 0.3387) / 30$</p> <p>$k = -0.0001033$</p>



<p>*Reemplazando “k” para hallar tiempo de vida en anaquel. **Considerando una acidez crítica de 0.35</p> $T = (0.3233 - 0.35) / -0.0001467$ <p>t= 182 días.</p>	<p>*Reemplazando “k” para hallar tiempo de vida en anaquel. **Considerando una acidez crítica de 0.35</p> $T = (0.3042 - 0.35) / -0.00018$ <p>t= 254.4 días.</p>	<p>*Reemplazando “k” para hallar tiempo de vida en anaquel. **Considerando una acidez crítica de 0.35</p> $T = (0.3356 - 0.35) / -0.0001033$ <p>t= 139.4 días.</p>
<p>Predicción de vida en anaquel para E2P2 PASANKALLA:</p> <p>K= velocidad de reacción T= tiempo</p> <p>*Hallando valor “k” ec. (10)</p> $K = (A_o - A_e) / t$ $K = (0.3385 - 0.3412) / 30$ $k = -9E-05$ <p>*Reemplazando “k” para hallar tiempo de vida en anaquel. **Considerando una acidez crítica de 0.35</p> $T = (0.3385 - 0.35) / -9E-05$ <p>t= 127.8 días.</p>	<p>Predicción de vida en anaquel para E3P1 PASANKALLA:</p> <p>K= velocidad de reacción T= tiempo</p> <p>*Hallando valor “k” ec. (10)</p> $K = (A_o - A_e) / t$ $K = (0.3496 - 0.3525) / 30$ $k = -9.66667E-05$ <p>*Reemplazando “k” para hallar tiempo de vida en anaquel. **Considerando una acidez crítica de 0.35</p> $T = (0.3496 - 0.35) / -9.66667E-05$ <p>t= 104.1 días.</p>	<p>Predicción de vida en anaquel para E3P2 PASANKALLA:</p> <p>K= velocidad de reacción T= tiempo</p> <p>*Hallando valor “k” ec. (10)</p> $K = (A_o - A_e) / t$ $K = (0.3275 - 0.3329) / 30$ $k = -0.00018$ <p>*Reemplazando “k” para hallar tiempo de vida en anaquel. **Considerando una acidez crítica de 0.35</p> $T = (0.3275 - 0.35) / -0.00018$ <p>t= 125 días.</p>



Cuadro I.2. Análisis de varianza (ANVA), para Días de Vida en Anaquel

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>G l</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: TRATAMIENTOS	28691.6	5	5738.33	12.46	0.0150
B: VARIEDADES DE QUINUA	630.1	2	315.05	0.68	0.5553
RESIDUOS	1842.4	4	460.6		
TOTAL (CORREGIDO)	34810.3	1			
		1			

Cuadro I.3. Pruebas de Múltiple Rangos para DIAS por TRATAMIENTOS

Método: 95.0 porcentaje LSD

<i>TRATAMIENTOS</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
E3P1	2	215.5	13.6763	a
E3P2	2	234.5	13.6763	a
E1P1	2	296.5	13.6763	b
E1P2	2	319.0	13.6763	bc
E2P1	2	336.5	13.6763	bc
E2P2	2	357.5	13.6763	c

ANEXO 10

PANEL FOTOGRÁFICO

FERMENTACION:



Bebidas fermentadas



Bebidas fermentadas
Pasankalla



Bebidas fermentadas
Blanca de Juli

CLARIFICACION:



Rohavin Clear



Rohalase Bx.



Rohament Cl.

ENVASADO



Envasado



Enchapado



Botellas enchapadas

ANÁLISIS



Medición de TURBIEDAD



Medición de pH



Medición de Acidez



Medición de Color



Medición de Viscosidad

Medición de Brix

BEBIDA FERMENTADA CLARIFICADA Y PASTEURIZADA

