

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



Tesis

Efecto de la adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja en las características organolépticas de licor de caña de azúcar en el distrito de Abancay, 2022

Asesor:

Dr. Sc. Alarcón Camacho, Juan

Autor:


Cahuana Huamán, John Christian

Para optar el Título Profesional: Ingeniero Agrónomo

Abancay - Apurímac – Perú

2025

Acta de sustentación




Universidad Tecnológica de los Andes

Transformando vidas

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



Acta N°: 014

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Abancay, a los 09 días del mes de julio del 2025, siendo las 10:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado designado por Resolución Directoral N° 0121-2025-UTEA-FI-EPA, de la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Ingeniería:

Presidente :	Dr. Medina Raya Francisco
Dictaminante:	MSc. Caballero Ramírez Sandra Creceida
Replicante :	Mg. Casafranca Zambrano Jun Manuel

Para evaluar la sustentación, en la modalidad de:

Tesis Trabajo de suficiencia profesional

Titulada:
Efecto de la adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja en las características organolépticas de licor de caña de azúcar en el distrito de Abancay, 2022

Desarrollado por el (los) Bachiller (es):
Br.: Cahuana Humanan John Christian
(Apellidos y Nombres)

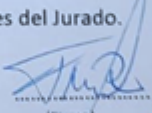
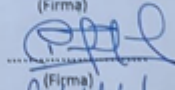
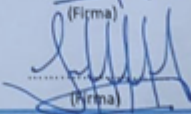
Para optar el Título Profesional de:
Ingeniero Agrónomo
(Denominación del Título)

Concluido el acto, el Jurado dictaminó que el (la) (los) mencionado(a) (s) bachiller (es) fue (ron) **APROBADO (S)**:
Por: Unanimidad
(Unanimidad o Mayoría) (*)

Emitiéndose el calificativo final de:

Bachiller (Apellidos y Nombres)	Calificación (**)
Cahuana Humanan John Christian	Aprobado

Siendo las 12:40 pm horas concluyó la sesión, firmando los integrantes del Jurado.

Presidente: <u>Dr. Medina Raya Francisco</u> <small>(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)</small>	 <small>(Firma)</small>
Dictaminante: <u>MSc. Caballero Ramírez Sandra Creceida</u> <small>(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)</small>	 <small>(Firma)</small>
Replicante: <u>Mg. Casafranca Zambrano Jun Manuel</u> <small>(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)</small>	 <small>(Firma)</small>

Se expide la presente confoante el Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 208.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

Ciudad Universitaria Av. Perú N°700, Abancay Central Telefónica 051 (083) 321559
Filial Cusco: Av. Grau 516. Teléfono. (084) 251565
Filial Andahuaylas, San Jerónimo, Jr. Ccatatay N°100 Teléfono (083) 421752
www.utea.edu.pe

(*) Mayoría: Dos integrantes del jurado aprueban o desaprueban; Unanimidad: Todos los integrantes del jurado aprueban o desaprueban, ART. 18 RGGAT.
(**) 0 a 10: Desaprobado, 11 a 15: Aprobado, 16 a 18: Aprobado Notable, 19 y 20: Aprobado con Distinción. ART. 18 RGGAT.

Reporte de similitud






23% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 21%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 14%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Metadatos

Datos del Autor	
Apellidos y nombres	: Cahuana Huamán, John Christian
Tipo de documento de identidad	: DNI
Número de documento de identidad	: 44018409
URL ORCID	: https://orcid.org/0009-0003-5070-2764
Datos del Asesor	
Apellidos y nombres	: Dr. Sc. Alarcón Camacho, Juan
Tipo de documento de identidad	: DNI
Número de documento de identidad	: 31032533
URL ORCID	: https://orcid.org/0000-0002-4911-7440
Datos de la investigación	
Facultad	Ingeniería
Escuela Profesional	Agronomía
Línea de investigación	Agricultura y Ambiente
Rango de años en la que se realizó la investigación	2023
Nota de financiamiento	Autofinanciado
Porcentaje de similitud	23%
URL de OCDE	: https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#4.01.06

Dedicatoria

A Dios, por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional, por ser mi guía espiritual y por darme la fuerza para alcanzar mis metas trazadas.

A mis padres Vito Julio Cahuana Almanza y Isabel Huamán Moscoso, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ustedes en lo que se incluye este. A mi hijo Dylan Hasel Cahuana Fanola, quien es la persona más especial en mi vida, mi motor para desarrollar esta tesis de seguro que también seguirá motivándome a conseguir las metas que aún me faltan cumplir, y toda mi familia que supieron darme fuerzas en los momentos más difíciles de mi vida estudiantil.

A mi pareja por ser la razón y estímulo constante además de su apoyo incondicional para elaborar el presente trabajo de investigación.

John Christian

Agradecimiento

A la Universidad Tecnológica de los Andes y a la Escuela Profesional de Agronomía, por haberme permitido formar parte de su comunidad académica y abrirme las puertas de su seno científico, donde tuve la oportunidad de adquirir valiosos conocimientos para mi desarrollo profesional.

Agradezco profundamente a los docentes que, a lo largo de mi formación, compartieron generosamente sus conocimientos y me brindaron su apoyo constante, contribuyendo de manera decisiva en mi formación como Ingeniero Agrónomo.

De manera especial, extendiendo mi agradecimiento al Dr. C. Juan Alarcón Camacho, mi asesor de tesis, por brindarme la oportunidad de aprender de su vasta experiencia y conocimiento científico. Su paciencia, orientación y dedicación fueron fundamentales para el desarrollo exitoso de este trabajo de investigación.

Finalmente, a mis amigos y compañeros de estudio, quienes me apoyaron de manera incondicional en cada etapa de mi camino académico. Su compañía y aliento fueron esenciales para alcanzar mis metas y seguir adelante con mis proyectos.

John Christian

Resumen

Esta investigación evaluó el impacto de añadir ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja en las propiedades organolépticas del licor de caña producido en Abancay. Motivada por la escasa información sobre el uso de ayrampo en bebidas alcohólicas, pese a su valor nutricional y antioxidante, la estudio experimental analizó cómo estos ingredientes afectan el color, sabor, aroma y grados Brix del licor. Se aplicaron cuatro tratamientos con distintas proporciones de ayrampo y miel, macerados durante 30 días. Los resultados indicaron que la combinación de 100 g de ayrampo y 400 g de miel por litro ofreció las mejores características: un color intenso, sabor equilibrado y aroma agradable. Los tratamientos con 80 g de ayrampo y 300 g de miel también fueron positivos, aunque menos destacados. A mayor cantidad de miel, los grados Brix aumentaron, elevando la dulzura y mejorando la textura. La investigación concluye que incorporar ayrampo y miel no solo mejora el perfil sensorial del licor, sino que también abre oportunidades para innovar en la industria de bebidas alcohólicas de Abancay. Además, este uso de recursos locales puede impulsar la economía de comunidades campesinas, fomentando el desarrollo sostenible y la preservación de tradiciones en la producción de licor de caña.

Palabras clave: ayrampo, miel, características organolépticas, caña.

Abstract

This research evaluated the impact of adding ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) and bee honey to the organoleptic properties of cane liquor produced in Abancay. Driven by the limited information on the use of ayrampo in alcoholic beverages, despite its nutritional value and antioxidant properties, the experimental study analyzed how these ingredients affect the liquor's color, flavor, aroma, and Brix degrees. Four treatments with varying proportions of ayrampo and honey were applied, macerated for 30 days. The results showed that the combination of 100 g of ayrampo and 400 g of honey per liter provided the best characteristics: an intense color, balanced flavor, and pleasant aroma. Treatments with 80 g of ayrampo and 300 g of honey were also positive, though less notable. Higher honey quantities increased Brix degrees, enhancing sweetness and improving texture. The study concludes that incorporating ayrampo and honey not only enhances the sensory profile of the liquor but also opens opportunities to innovate in Abancay's alcoholic beverage industry. Furthermore, utilizing these local resources can boost the economy of rural communities, promoting sustainable development and the preservation of traditional cane liquor production practices.

Keywords: ayrampo, honey, organoleptic characteristics, cane.

Índice

Portada.....	i
Acta de sustentación.....	ii
Reporte de similitud.....	iii
Metadatos.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
Índice.....	ix
Índice de tablas.....	xii
Índice de figuras.....	xiv
Índice de anexos.....	xvi
I. Introducción.....	17
II. Planteamiento del problema.....	18
2.1. Descripción y formulación del problema.....	18
2.1.1. <i>Problema general</i>	19
2.1.2. <i>Problemas específicos</i>	19
2.2. Objetivos.....	19
2.2.1. <i>Objetivo general</i>	19
2.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	20
2.3. Justificación e importancia.....	20
2.4. Hipótesis.....	21
2.4.1. <i>Hipótesis general</i>	21
2.4.2. <i>Hipótesis específicos</i>	21
2.5. Variable.....	22
III. Marco teórico.....	24

3.1. Antecedentes.....	24
3.2. Bases teóricas.....	31
3.2.1. Ayrampo.....	31
3.2.2. Taxonomía del ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>).....	32
3.2.3. Características morfológicas del ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>).....	33
3.2.4. Composición química del ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>).....	34
3.2.5. Usos del ayrampo (<i>Opuntia soehrensii</i>).....	34
3.2.6. Aguardiente de caña de azúcar.....	35
3.2.7. Características organolépticas.....	35
3.2.7.1. Color.....	36
3.2.7.2. Sabor.....	36
3.2.7.3. Olor.....	37
3.2.7.4. Textura.....	38
3.3. Definición de términos.....	38
IV. Metodología.....	42
4.1. Tipo y nivel de investigación.....	42
4.1.1. Tipo de investigación.....	42
4.1.2. Nivel de investigación.....	42
4.1.3. Metodología de la investigación.....	42
4.2. Ámbito temporal y espacial.....	45
4.2.1. Ámbito temporal.....	45
4.2.2. Ámbito espacial.....	45
4.3. Población y muestra.....	45
4.3.1. Población.....	45
4.3.2. Muestra.....	46
4.3.3. Muestreo.....	46
4.4. Instrumentos.....	46
4.5. Procedimientos.....	47

Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	23
Tabla 2 Ubicación taxonómica del ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>).....	32
Tabla 3 Composición nutricional y fisicoquímica del <i>Opuntia Soehrensii</i> (Britton y Rose)	34
Tabla 4 Diseño DCA con arreglo factorial de dos factores (miel de abeja + ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>)).....	42
Tabla 5 Detalle de los tratamientos y número de repeticiones.....	43
Tabla 6 Promedio de puntaje alcanzado en la característica organoléptica de color del licor de caña con adición de ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>) + miel de abeja	51
Tabla 7 Análisis de varianza (5% de confianza) de color del licor de caña con adición de ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>) + miel de abeja.....	52
Tabla 8 Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de color del licor de caña con adición de miel de abeja.....	53
Tabla 9 Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de color del licor de caña con adición de ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>).....	53
Tabla 10 Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de color del licor de caña con adición de ayrampo + miel de abeja.....	54
Tabla 11 Promedio de puntaje alcanzado en la característica organoléptica de sabor del licor de caña con adición de ayrampo + miel de abeja.....	57
Tabla 12 Análisis de varianza (5% de confianza) de sabor del licor de caña con adición de ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>) + miel de abeja.....	58
Tabla 13 Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de sabor del licor de caña con adición de miel de abeja.....	59
Tabla 14 Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de sabor del licor de caña con adición de ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>).....	60
Tabla 15 Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de sabor del licor de caña con adición de ayrampo + miel de abeja.....	61
Tabla 16 Promedio de puntaje alcanzado en la característica organoléptica de olor del licor de caña con adición de ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>) + miel de abeja	

.....	64
Tabla 17 Análisis de varianza (5% de confianza) de olor del licor de caña con adición de ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>) + miel de abeja.....	65
Tabla 18 Comparación múltiple de Tukey de olor del licor de caña con adición de miel de abeja.....	65
Tabla 19 Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de olor del licor de caña con adición de ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>) + miel de abeja.....	66
Tabla 20 Promedio de grados brix sin jarabeo para diferentes tratamientos del licor de caña con adición de ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>) + miel de abeja.....	70
Tabla 21 Análisis de varianza (5% de confianza) de grados brix sin jarabeo del licor de caña con adición de ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>) + miel de abeja.....	71
Tabla 22 Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de grados brix sin jarabeo del licor de caña con adición de miel de abeja.....	72
Tabla 23 Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de grados brix sin jarabeo del licor de caña con adición de ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>).....	72
Tabla 24 Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) con dos factores de grados brix sin jarabeo del licor de caña con adición de ayrampo + miel de abeja.....	73
Tabla 25 Promedio de grados brix con jarabeo para diferentes tratamientos del licor de caña con adición de ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>) + miel de abeja.....	76
Tabla 26 Análisis de varianza (5% de confianza) de grados brix con jarabeo del licor de caña con adición de ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>) + miel de abeja.....	77
Tabla 27 Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de grados brix con jarabeo del licor de caña con adición de miel de abeja.....	77
Tabla 28 Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de grados brix con jarabeo del licor de caña con adición de ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>).....	78
Tabla 29 Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) con dos factores de grados brix con jarabeo del licor de caña con adición de ayrampo + miel de abeja.....	79
Tabla 30 Matriz de consistencia.....	91
Tabla 31 Base de datos.....	96

Índice de figuras

Figura 1 Flujograma para la elaboración de Licor con porcentajes de ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>).....	48
Figura 2 Promedio de puntaje alcanzado en la característica organoléptica de color del licor de caña con adición de ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>) + miel de abeja	55
Figura 3 Interacción de promedio de puntaje alcanzado en la característica organoléptica de color del licor de caña con adición de ayrampo + miel de abeja.....	55
Figura 4 Promedio de puntaje alcanzado en la característica organoléptica de sabor del licor de caña con adición de ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>) + miel de abeja	62
Figura 5 Interacción de promedio de puntaje alcanzado en la característica organoléptica de sabor del licor de caña con adición de ayrampo + miel de abeja.....	62
Figura 6 Promedio de puntaje alcanzado en la característica organoléptica de olor del licor de caña con adición de ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>) + miel de abeja	67
Figura 7 Interacción de promedio de puntaje alcanzado en la característica organoléptica de olor del licor de caña con adición de ayrampo + miel de abeja.....	68
Figura 8 Promedio de grados brix sin jarabeo del licor de caña con adición de ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>) + miel de abeja.....	74
Figura 9 Interacción de promedio de grados brix sin jarabeo del licor de caña con adición de ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>) + miel de abeja.....	75
Figura 10 Promedio de grados brix con jarabeo del licor de caña con adición de ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>) + miel de abeja.....	80
Figura 11 Interacción de promedio de grados brix con jarabeo del licor de caña con adición de ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>) + miel de abeja.....	80
Figura 12 Pesado del ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>) capara cada uno de los tratamientos y repeticiones.....	111
Figura 13 Incorporación de ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>) a la botella para su macerado.....	111
Figura 14 Incorporación de ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>) a la botella para su macerado.....	112

Figura 15 Rotulado y ordenado de los tratamientos y repeticiones para su macerado...	112
Figura 16 Socialización a los panelistas para el catado de los licores.....	113
Figura 17 Evaluación mediante el catado de los licores.....	113
Figura 18 Proceso de catado por parte de los panelistas.....	114
Figura 19 Finalización del catado para luego obtener sus apreciaciones.....	114

Índice de anexos

A) Matriz de consistencia.....	91
B) Instrumento de recolección de información.....	93
C) Base de datos.....	96
D) Evidencias fotográficas.....	111

I. Introducción

La industria de bebidas alcohólicas en la provincia de Abancay ha mostrado un creciente interés en la diversificación de sus productos, destacándose por la búsqueda de sabores únicos y originales. En este contexto, el Aguardiente de caña de azúcar se posiciona como una bebida con características organolépticas distintivas. Para enriquecer su perfil sensorial, se ha investigado el uso de ingredientes naturales propios de la región, como el ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y la miel de abeja.

El ayrampo, un recurso autóctono de Abancay, aporta al licor no solo un color, aroma y sabor únicos, sino también un profundo sentido de autenticidad cultural. Al incluir este ingrediente en la elaboración del licor de caña, se busca preservar las tradiciones locales y fortalecer la identidad cultural de la bebida. Este fruto andino, ampliamente valorado en la región, simboliza la riqueza del patrimonio natural y cultural de Abancay (Jorge, & Troncoso, 2016).

Por otro lado, la miel de abeja, también de origen local, agrega una complejidad única al licor de caña. Además de endulzar la bebida, mejora su textura y realza la percepción general de los sabores, creando una experiencia sensorial más rica y equilibrada. La incorporación de la miel, además de mejorar el perfil organoléptico del licor, fomenta la apicultura regional y promueve la sostenibilidad en la producción.

El licor de caña, con su sabor robusto y su versatilidad, se presenta como la base perfecta para la integración de estos ingredientes naturales. La combinación de ayrampo y miel de abeja no solo eleva la calidad del licor, sino que también refuerza su autenticidad, ofreciendo un producto único en el mercado.

Este enfoque integra innovación con sostenibilidad, impulsando el desarrollo económico local y preservando las prácticas artesanales tradicionales de Abancay, lo que refleja un compromiso con la valorización de los recursos naturales en la industria de bebidas alcohólicas.

II. Planteamiento del problema

2.1. Descripción y formulación del problema

En los últimos años, el ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) ha ganado importancia en Perú debido a sus cualidades nutricionales, su potente capacidad antioxidante y su empleo tradicional en la medicina de las comunidades campesinas de las zonas altoandinas. A pesar de su gran potencial, existe una notoria falta de información sobre su uso en la elaboración de bebidas alcohólicas, especialmente en su adición al licor de caña junto con miel de abeja. Esta carencia es particularmente evidente en la ciudad de Abancay, donde no se han registrado antecedentes del uso del ayrampo en este tipo de productos.

El desconocimiento sobre el impacto que la combinación de ayrampo y miel de abeja puede tener en las características organolépticas del licor de caña, como su sabor, aroma, color y textura, representa una significativa brecha en el conocimiento científico y técnico. Esta limitada existencia de datos restringe el uso del ayrampo como un recurso natural con alto valor agregado, limitando su incorporación en la industria de bebidas alcohólicas y las oportunidades de diversificación de productos que podrían explotar sus propiedades nutricionales y terapéuticas. La ausencia de estudios que evalúen la combinación de estos ingredientes en el licor de caña no solo supone una pérdida de potencial económico para las comunidades locales que cultivan el ayrampo, sino que también frena la innovación en la industria de bebidas. El ayrampo tiene el potencial de aportar características distintivas a las bebidas alcohólicas, incrementando su atractivo en el mercado y ofreciendo una oportunidad para impulsar el desarrollo económico en Abancay. Además, la falta de investigación limita el potencial de industrialización del ayrampo, lo que podría generar ingresos adicionales para las comunidades campesinas que lo cultivan. Considerando la importancia de esta planta en la región de Apurímac y en especial en la provincia de Abancay, ya que se encuentra en forma silvestre en las quebradas y no se tiene registro alguno de su introducción, por lo que, su incorporación

en la producción de licor de caña con miel de abeja podría abrir nuevas oportunidades de empleo y desarrollo económico, promoviendo al mismo tiempo la sostenibilidad y la valorización de los recursos locales. Esto subraya la necesidad de llevar a cabo una investigación organoléptica que explore a fondo estas áreas de desconocimiento.

2.1.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de la adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja en las características organolépticas del Aguardiente de caña de azúcar en el distrito de Abancay, 2022?

2.1.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto de la adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja en el color del Aguardiente de caña de azúcar en el distrito de Abancay, 2022?
- ¿Cuál es el efecto de la adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja en el sabor del Aguardiente de caña de azúcar en el distrito de Abancay, 2022?
- ¿Cuál es el efecto de la adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja en el olor del Aguardiente de caña de azúcar en el distrito de Abancay, 2022?
- ¿Cuál es el efecto de la adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja en los grados brix del Aguardiente de caña de azúcar en el distrito de Abancay, 2022?

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja en las características organolépticas del Aguardiente de caña de azúcar en el distrito de Abancay, 2022.

2.2.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja en el color del Aguardiente de caña de azúcar en el distrito de Abancay, 2022.
- Evaluar el efecto de la adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja en el sabor del Aguardiente de caña de azúcar en el distrito de Abancay, 2022.
- Determinar el efecto de la adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja en el olor del Aguardiente de caña de azúcar en el distrito de Abancay, 2022.
- Determinar el efecto de la adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja en los grados brix del Aguardiente de caña de azúcar en el distrito de Abancay, 2022.

2.3. Justificación e importancia

Esta investigación permitirá fortalecer la economía local mediante la producción de insumos como el ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y la miel de abeja, lo que mejorará la sostenibilidad agrícola en la región de Abancay. Al facilitar la participación de los agricultores en la cadena de valor de la industria de bebidas alcohólicas, se crearán nuevas fuentes de ingresos, lo que contribuirá a mejorar la estabilidad financiera y la calidad de vida de las comunidades locales. Además, este enfoque ayudará a diversificar la industria de bebidas, incrementando su valor económico y su competitividad tanto en el mercado regional como en el nacional.

El estudio también promoverá la innovación al destacar las propiedades saludables del ayrampo, lo que impulsará el desarrollo de productos que ofrecerán una alternativa más atractiva para los consumidores preocupados por su bienestar. La presencia significativa de antioxidantes en el ayrampo permitirá ofrecer beneficios para la salud, convirtiendo el licor de caña enriquecido en una opción atractiva frente a productos

tradicionales como el vino. Esto proporcionará una experiencia sensorial única y valiosa, posicionando al licor como un producto diferenciado en el mercado.

Además, esta investigación facilitará la creación de nuevas perspectivas sobre la composición y las cualidades organolépticas del licor de caña enriquecido con ayrampo y miel de abeja, lo que mejorará la innovación en la industria de bebidas alcohólicas tradicionales. Esto permitirá diversificar la oferta de productos, satisfaciendo a un público cada vez más consciente de la calidad y los beneficios para la salud. En conjunto, el estudio contribuirá a mejorar la valorización de los recursos locales, lo que impulsará el crecimiento económico y la sostenibilidad en la región de Abancay.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja al Aguardiente de caña de azúcar en el distrito de Abancay 2022, permitirá obtener características organolépticas mas aceptables.

2.4.2. Hipótesis específicos

- La adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja permitirá obtener el color del Aguardiente de caña de azúcar en el distrito de Abancay, 2022 con más intensidad.
- La adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja permitirá obtener el sabor del Aguardiente de caña de azúcar en el distrito de Abancay, 2022 más agradable.
- La adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja permitirá obtener el olor del Aguardiente de caña de azúcar en el distrito de Abancay, 2022 con mejor aroma.
- La adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja permitirá obtener los grados brix del Aguardiente de caña de azúcar en el distrito de Abancay, 2022 con mayor dulzor.

2.5. Variable

A) Variable independiente 1: Adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) al licor de caña:

Definición conceptual

La adición de ayrampo se refiere al proceso de incorporar esta planta nativa de los Andes, conocida por sus propiedades nutricionales, medicinales y antioxidantes, al licor de caña durante su producción. Este ingrediente natural influye en las propiedades sensoriales del licor, como su color, aroma, y sabor, contribuyendo a diversificar el perfil organoléptico de la bebida.

Definición operacional

Se medirá mediante la cantidad exacta de ayrampo (en gramos) añadida al licor de caña durante el proceso de fermentación o maceración, siguiendo diferentes concentraciones para determinar su efecto en las características del licor.

B) Variable independiente 2: Adición de miel de abeja al licor de caña:

Definición conceptual

La adición de miel de abeja implica la incorporación de este edulcorante natural, producido localmente, al licor de caña durante su elaboración. La miel aporta dulzura, mejora la textura y puede realzar otros aspectos sensoriales del licor, como su aroma y sabor, además de ofrecer beneficios antioxidantes y antimicrobianos.

Definición operacional

Se operará cuantificando la cantidad de miel de abeja (en gramos o mililitros) añadida al licor de caña, en distintas proporciones, para evaluar cómo influye en las características sensoriales de la bebida final.

C) Variable dependiente: Características del licor de caña:

Definición conceptual

Se refiere a los atributos organolépticos y fisicoquímicos del licor de caña, como su sabor, aroma, color, textura olor y grados brixl, que definen la calidad sensorial de la

bebida. Estas características pueden ser modificadas por la adición de ingredientes naturales como el ayrampo y la miel de abeja, afectando la percepción y aceptación del producto por parte de los consumidores.

Definición operacional

Se medirán a través de evaluaciones sensoriales realizadas por un panel de catadores entrenados, quienes puntuarán el licor de caña en aspectos como sabor, aroma, color y textura. Además, se llevarán a cabo análisis fisicoquímicos para determinar cambios en parámetros como el pH, dulzor, viscosidad, y contenido alcohólico antes y después de la adición de ayrampo y miel de abeja.

D) Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variabes	Dimensión	Indicadores	Indices
V. I.			
Adición de ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>) al licor de caña	Cantidad de ayrampo	<ul style="list-style-type: none"> • Adición de 200 gr/l de miel al licor de caña • Adición de 300 gr/l de miel al licor de caña • Adición de 400 gr/l de miel al licor de caña 	<ul style="list-style-type: none"> % % %
Adición de miel de abeja al licor de caña	Cantidad de miel	<ul style="list-style-type: none"> • Adición de 60g/l ayrampo al licor de caña • Adición de 80g/l ayrampo al licor de caña • Adición de 100g/l ayrampo al licor de caña 	<ul style="list-style-type: none"> % % %
V. D. Licor de caña	Características organolépticas	<ul style="list-style-type: none"> • color • sabor • olor • Grados brix 	Nominal

Nota. Elaboración propia

III. Marco teórico

3.1. Antecedentes

Vicuña (2019), plantea como objetivo elaborar una bebida artesanal de baja graduación alcohólica a base de la miel de abeja (*Apis Mellífera*) y fruta capulí (*Prunus Salicifolia*), sabiendo que no hay estudios de bebidas fermentadas de miel y el escaso uso de capulí como fruta, a la vez tomando en cuenta que el consumo de alcohol está vigente dentro de la sociedad se desarrolla la presente investigación aplicando el método cuasi-experimental por ende se determinó los porcentajes de la materia prima utilizada como miel, capulí y agua para estandarizar la formulación del producto, empleando un proceso biológico de fermentación en plena ausencia de oxígeno, se estableció 4 tratamientos control para la obtención de una hidromiel base aplicando diferentes cantidades, con la muestra que obtuvo mejores características organolépticas se experimentó 3 tratamientos más añadiendo la fruta capulí. La bebida más acertada fue analizada bromatológica y microbiológicamente obteniendo resultados positivos ya que se encontraron dentro de las Normas INEN: acidez 24.14mg, grado alcohólico 13.5%, metanol 0.043%, mohos y levaduras 100UFC/ml, y ausencia de salmonella, posteriormente se realizó una degustación del producto a los docentes de la Escuela de Gastronomía ya que fue la población y muestra seleccionada debido a los conocimientos afines que poseen, adquiriendo respuestas satisfactorias para determinar la aceptabilidad de la bebida artesanal. En conclusión, las composiciones de éstos ingredientes hicieron de este producto una bebida novedosa e innovadora permitiendo disfrutar el sabor de la miel y el capulí en cualquier época del año, ya que se enfocó en diferentes áreas gastronómicas, gracias al análisis de laboratorio ejecutado se logró garantizar la calidad del mismo. Por lo que se recomienda combinar el hidromiel con otro tipo de fruta endémica del Ecuador con la finalidad de rescatar su valor tradicional y al mismo tiempo potencializarlo a nivel nacional e internacional.

Lipa (2021), formula el objetivo de evaluar la rentabilidad y viabilidad del proyecto, además de fomentar la utilización del ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) dentro de las actividades productivas y de transformación en el sector agroindustrial, puesto que el ayrampo nos ofrece las distintas propiedades beneficiosas para la salud humana. Además de la utilización adecuada del recurso hídrico (manantiales) dentro de la jurisdicción de la Provincia de Canchis ubicada en la Comunidad de Hercca. El sector Agroindustrial se convierte en una alternativa sostenible, para la industrialización del agua en bebidas de gaseosas, debido a que permitirá darle un valor agregado a este recurso hídrico y un valor admisible y beneficiosa al ayrampo. Además, estos agentes permitirán generar ingresos económicos. En cuanto a la viabilidad del proyecto está de acuerdo a la demanda insatisfecha generado dentro del mercado de bebidas de gaseosas de la Provincia de Canchis (3714391.9 L/año 2022). Asimismo, de la disponibilidad suficiente del recurso hídrico (agua). por otro lado, la viabilidad está enmarcado desde el punto de vista económico financiero.

Jorge & Troncoso, (2016), plantea como objetivo determinar la capacidad antioxidante de *Opuntia apurimacensis* (ayrampo) y de *Opuntia ficus-indica* (tuna). Diseño. Estudio analítico observacional. Lugar. Laboratorio de Bioquímica Clínica y Nutricional, Centro de Investigación de Bioquímica y Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Material biológico. Fruta fresca (ff) de *Opuntia apurimacensis* (ayrampo) y *Opuntia ficus-indica* (tuna). Intervenciones. En los extractos acuosos se realizaron determinaciones de vitamina C, polifenoles totales y capacidad antioxidante (FRAP). Los resultados se analizaron mediante la prueba de Mann-Whitney, con 95% de confianza. Principales medidas de resultados. Concentración de vitamina C y polifenoles totales; capacidad antioxidante. Resultados. El ayrampo presentó mayor concentración de vitamina C (49,9 y 36,1 mg de ácido ascórbico/100 g ff), mayor concentración de polifenoles totales (107,3 y 68,7 mg de equivalente ácido gálico/100 g ff) y mayor capacidad antioxidante (1,1 y 0,7 mmoles de Fe-II/100 g ff) que la

tuna. El ayrampo mostró mayor correlación entre la capacidad antioxidante y la vitamina C (0,91 y 0,56), mientras que, la tuna tuvo mayor correlación entre la capacidad antioxidante y los polifenoles totales (0,98 y 0,82). Conclusiones. El ayrampo presentó mayor capacidad antioxidante que la tuna.

Alcívar (2021), plantea como objeto evaluar el color a través del espacio CIEL*A*B* y sensometría de una bebida alcohólica macerada con almendras de *Theobroma cacao* L. y miel de abeja. La experimentación se realizó considerando tres factores (A*B*C), dos niveles cada uno y 3 repeticiones, donde: A, representa concentración de cacao CCN-51 (20 y 30%), B concentración de miel de abeja (1.25 y 2.50%) y, C el grado alcohólico final de la bebida (37 y 27 °GL). El cacao CCN-51 previamente tostado y la miel de abeja fue macerado en alcohol etílico redestilado de 84 °GL por 30 días, y, diluidos con agua destilada. Las variables dependientes seleccionadas para el estudio fueron las características cromáticas L*A*B* luego convertidas a L*C*hab*. En sensometría se valoró el color - tonalidad, color - limpidez, aroma a cacao, calidad del aroma, impresión del licor (gusto-olfato) y fase post-gustativa (aceptabilidad). Las respuestas experimentales de colorimetría y sensometría fueron examinadas en el software estadístico SPSS, en el test Kolmogorov-Smirnov los datos no se distribuyeron de forma normal, en consecuencia, se aplicó test no paramétricos de Friedman y Holm en un software libre, determinando como el mejor tratamiento la combinación a0b1c1, siendo 20% cacao CCN-51, miel de abeja 2.50% ajustado a 27 °GL, cuyos indicadores fueron luminosidad (L*) 0.049, pureza (C*) 0.012, tonalidad (hab*) 63.46.

Moscoso (2019), plantea como objetivo, evaluar los efectos de la miel de abeja en la carbonatación natural de una cerveza artesanal elaborada a partir de cebada y quinua. Para esto se elaboró la cerveza con una mezcla de 75 por ciento de malta de cebada y 25 por ciento de malta de quinua. Se trabajó con la quinua Tunkahuan que es una especie desarrollada por el INIAP de bajo contenido de saponina, se realizó el proceso de malteado para aumentar la cantidad de azúcares fermentables. Se elaboró

una cerveza artesanal tipo Ale, de fermentación alta, la cual paso en el tanque de fermentación cerca de 21 días y posteriormente para la segunda fermentación se evaluaron 3 variables de cebado que fueron miel de abeja, azúcar y una mezcla de azúcar y miel de abeja y otra variable que es utilizó fueron los días 4 y 8. Cuando se obtuvieron las muestras se realizaron 4 análisis físico químicos; grado alcohólico, carbonatación, acidez y pH. Posteriormente se realizaron los análisis estadísticos de ANOVA, para analizar si existen diferencias significativas. Por otro lado, se realizó el análisis sensorial de preferencia con 30 consumidores a los que se presentó las 6 muestras para su calificación. Los resultados físico químicos de todas las cervezas, las 6 muestras, tuvieron un buen comportamiento ya que entraron en parámetros que dicta la Norma INEN 2262, demostrando que todos los tratamientos ayudaron en la producción de alcohol y de CO₂. En la parte sensorial los consumidores calificaron como la muestra de mayor aceptación la que fue cebada con miel y tuvo 4 días de segunda fermentación, por ello comprobamos que la miel de abeja ayuda en el proceso de carbonatación natural y si marca una diferencia en la preferencia de los consumidores.

López & Rangel (2017), plantea como objetivo emplear frutos rojos en la producción de la bebida fermentada hidromiel para la empresa Apiario los Cítricos en Bogotá Cundinamarca, se estableció una pre evaluación entre 4 frutos rojos dispuestos dada la disposición que presenta la compañía de cultivarlos y recolectarlos, con base en parámetros definidos según facilidad de producción, cosecha, vitaminas, precio, entre otros, se realizaron dos matrices de evaluación y se aplicaron a los frutos disponibles por la empresa con el fin de encontrar la opción más viable de inclusión dependiendo de las propiedades y comodidad de la misma a la hora de adquirir el fruto. Se atribuyó un porcentaje de evaluación a ciertos criterios que se determinaron importantes para el cumplimiento tanto de la norma como para la empresa. Luego de aplicar cada matriz de evaluación se determina que el agraz presenta las características adecuadas para alcanzar los objetivos propuestos, una vez definido el fruto de trabajo se procedió a la

realización del diseño experimental con 3 niveles y dos factores (32) con tres repeticiones, el cual permitió explorar las diferentes mezclas posibles que son relevantes para la obtención de los azúcares residuales, así como las propiedades organolépticas influyentes, entre esas la concentración del almíbar de agraz y la miel, el cual se estipuló en un rango de 18g, 20g y 22g para el almíbar y de 69g, 83g y 97g para la miel dentro de la relación de dilución 1:3, los valores son fundamentados en la bibliografía previamente recolectada.

Vicuña (2019), plantea como objetivo elaborar una bebida artesanal de baja graduación alcohólica a base de la miel de abeja (*Apis Mellífera*) y fruta capulí (*Prunus Salicifolia*), sabiendo que no hay estudios de bebidas fermentadas de miel y el escaso uso de capulí como fruta, a la vez tomando en cuenta que el consumo de alcohol está vigente dentro de la sociedad se desarrolla la presente investigación aplicando el método cuasi-experimental por ende se determinó los porcentajes de la materia prima utilizada como miel, capulí y agua para estandarizar la formulación del producto, empleando un proceso biológico de fermentación en plena ausencia de oxígeno, se estableció 4 tratamientos control para la obtención de una hidromiel base aplicando diferentes cantidades, con la muestra que obtuvo mejores características organolépticas se experimentó 3 tratamientos más añadiendo la fruta capulí. La bebida más acertada fue analizada bromatológica y microbiológicamente obteniendo resultados positivos ya que se encontraron dentro de las Normas INEN: acidez 24.14mg, grado alcohólico 13.5%, metanol 0.043%, mohos y levaduras 100UFC/ml, y ausencia de salmonella, posteriormente se realizó una degustación del producto a los docentes de la Escuela de Gastronomía ya que fue la población y muestra seleccionada debido a los conocimientos afines que poseen, adquiriendo respuestas satisfactorias para determinar la aceptabilidad de la bebida artesanal. En conclusión, las composiciones de estos ingredientes hicieron de este producto una bebida novedosa e innovadora permitiendo disfrutar el sabor de la miel y el capulí en cualquier época del año, ya que se enfocó en diferentes áreas

gastronómicas, gracias al análisis de laboratorio ejecutado se logró garantizar la calidad del mismo. Por lo que se recomienda combinar el hidromiel con otro tipo de fruta endémica del Ecuador con la finalidad de rescatar su valor tradicional y al mismo tiempo potencializarlo a nivel nacional e internacional.

Mayhua (2018), plantea como objetivo evaluar el efecto de la adición del ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) en las características organolépticas del yogurt funcional en Acobamba – Huancavelica, ha sido comprobado que el ayrampo tiene beneficios para la salud, haciendo uso de semillas, raíces, hojas y tallos, en emplastos, inflamaciones afecciones renales, estomacales, afecciones del corazón etc. Sin embargo, al consumirla su sabor es ácido, por tanto, es necesario realizar productos como este estudio, donde se incorporó al 5%, 10% y 15% de jalea de ayrampo al yogurt natural. El proyecto estuvo enmarcado en el tipo de investigación aplicada. Se elaboró cuatro tratamientos con 3 repeticiones por tratamiento. Se realizó el análisis sensorial a los cuatro tratamientos con la finalidad de observar si existe variación en las características organolépticas de apariencia general, textura, color, olor y sabor. El resultado nos demostró que el mejor tratamiento en cuanto al atributo apariencia general fue el tratamiento con concentración de ayrampo al 10%, en la textura obtuvo el tratamiento con concentración de ayrampo al 5%, en el color obtuvo el tratamiento con concentración de ayrampo al 10%, en el olor obtuvo el tratamiento con concentración de ayrampo al 5% y en el sabor obtuvo el tratamiento con concentración de ayrampo al 5% del yogur respectivamente; en cuanto los resultados se evidencia estadísticamente que si existe efecto de la adición del ayrampo en el yogurt natural en sus atributos de apariencia general, textura, color y sabor; y no tiene efecto alguno en el atributo olor.

Ccatamayo, (2018), plantea como objetivo a) Determinar el contenido de compuestos bioactivos de una bebida funcional derivado del fruto de Ayrampu (*Berberis* sp.), b) Caracterizar las propiedades fitoquímicas en el fruto del Ayrampu (*Berberis* sp.), e) Cuantificar las actividad antioxidante y fenoles totales en el fruto y en la bebida

funcional del ayrampu (*Berberis* sp.). Al análisis de las propiedades fitoquímicas del fruto de Ayrampu (*Berberis* sp.), mediante el extracto etéreo reportó la ausencia de alcaloides y tripterpenos. Mediante el extracto etanólico se observó la presencia de catequinas, azúcares reductores, antocianinas, fenoles, cumarinas, alcaloides, flavonoides y triterpenos; resultando negativo la presencia de aminoácidos libres, saponinas y quinonas. Con el extracto acuoso se observó la presencia de Polisacáridos ramificados como son los mucilagos y gomas y se reconoció el sabor astringente y amargo proveniente de las semillas del fruto del ayrampu, siendo responsables los taninos polifenólicos. El fruto mostró una actividad antioxidante 45.70% de inhibición de radicales libres, fenoles totales 98.67 ± 0.48 mg de ácido clorogénico/100 ml de extracto y antocianinas de 298.56 ± 0.35 mg de antocianinas/100 g de muestra, respectivamente. Los resultados obtenidos en el procesamiento de la bebida funcional de acuerdo a la evaluación sensorial fue aceptable el tratamiento CC150 de dilución 1:2.5, 15°Brix, pH 3, densidad 1.015g/cc, que mostró una concentración de actividad antioxidante 25.865 % de inhibición de radicales libres, fenoles totales 1475.43 mg- de ácido clorogénico/100 ml de extracto y antocianinas de 16.6989 mg de antocianinas/100 g de muestra, respectivamente. De acuerdo a la caracterización, identificación y cuantificación de los principios bioactivos permite concluir que la obtención de la bebida del fruto del ayrampu (*Opuntia apurimacensis*) es de carácter funcional, apto para el procesamiento agroindustrial y seguridad alimentaria.

Jorge & Troncoso, (2016), plantea como Objetivo. Determinar la capacidad antioxidante de *Opuntia apurimacensis* (ayrampu) y de *Opuntia ficus-indica* (tuna). Diseño. Estudio analítico observacional. Lugar. Laboratorio de Bioquímica Clínica y Nutricional, Centro de Investigación de Bioquímica y Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Material biológico. Fruta fresca (ff) de *Opuntia apurimacensis* (ayrampu) y *Opuntia ficus-indica* (tuna). Intervenciones. En los extractos acuosos se realizaron determinaciones de vitamina C, polifenoles totales y

capacidad antioxidante (FRAP). Los resultados se analizaron mediante la prueba de Mann-Whitney, con 95% de confianza. Principales medidas de resultados. Concentración de vitamina C y polifenoles totales; capacidad antioxidante. Resultados. El ayrampo presentó mayor concentración de vitamina C (49,9 y 36,1 mg de ácido ascórbico/100 g ff), mayor concentración de polifenoles totales (107,3 y 68,7 mg de equivalente ácido gálico/100 g ff) y mayor capacidad antioxidante (1,1 y 0,7 mmoles de Fe-II/100 g ff) que la tuna. El ayrampo mostró mayor correlación entre la capacidad antioxidante y la vitamina C (0,91 y 0,56), mientras que, la tuna tuvo mayor correlación entre la capacidad antioxidante y los polifenoles totales (0,98 y 0,82). Conclusiones. El ayrampo presentó mayor capacidad antioxidante que la tuna.

Trillo (2021), en el distrito y provincia de Acobamba del departamento de Huancavelica plantea como objetivo de la presente investigación fue evaluar el valor biológico y fisicoquímico del fruto de *Lobivia maximiliana* procedente de la comunidad campesina de Allpas – Acobamba. Los frutos fueron lavados, pelados y pulpeados, posteriormente mediante métodos analíticos fueron estandarizados. Los resultados determinados fueron la capacidad antioxidante (408,57 μ mol de trolox/100), la concentración de polifenoles totales (78,10 mg ácido gálico/100 g), la propiedad químico proximal (humedad 94,31%, proteína 1,32%, ceniza 0,44%, grasa 0,01%, carbohidratos 3,94% y fibra 0,92%), azúcares reductores (1,95%) y pH (3,80) del fruto de *Lobivia maximiliana* (sancayo). En conclusión, los resultados obtenidos demuestran que el fruto de *Lobivia maximiliana* representa una importante Nota de nutrientes, por lo cual podrían ser aprovechados en la alimentación humana y para la elaboración de alimentos funcionales y nutracéuticos para el consumo humano.

3.2. Bases teóricas

3.2.1. Ayrampo

“Es una planta arbustiva, semiprostrada a erecta, 1 m de altura, con cladodios 15 a 20 cm. de largo, 6 a 10 cm de ancho, 1 a 2 cm de grosor, con un lado recto y el otro

curvo, gloquidios marrón amarillento, 3 mm de largo, espinas 1 a 2, delgadas, blanquecinas, rectas, erectas, 7 mm de largo. Sus flores amarillo limón de 6.5 a 7 cm de largo, frutos rojo brillante o verde amarillento, 6 cm de largo” (Jorge & Troncoso, 2016a)

“Se distribuye de manera silvestre entre las localidades de Andahuaylas hasta Abancay y por el río Pachachaca (**Figura 2**), de la Región Apurímac, de allí el nombre Apurimacensis debido a la alusión a la Región Apurímac” (Ostolaza Nano, 2014). A diferencia del fruto de la tuna (*Opuntia ficus-indica*), que presenta tres variedades de color (roja, verde y amarilla), el ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) sólo presenta una sola coloración morada.

3.2.2. Taxonomía del ayrampo (*Opuntia apurimacensis*)

El ayrampo, conocido científicamente como *Opuntia apurimacensis*, es una especie de cactus nativa de los Andes peruanos, particularmente de la región de Apurímac. Sin embargo, según bases de datos taxonómicas actualizadas, *Opuntia apurimacensis* se considera un sinónimo de *Opuntia ficus-indica*, una especie más ampliamente reconocida en la familia de los cactus. A continuación, se detalla la jerarquía taxonómica completa basada en clasificaciones estándar, como las proporcionadas por fuentes botánicas confiables (Botanico Hub. 2023, 4 de junio).

Tabla 2

Ubicación taxonómica del ayrampo (Opuntia apurimacensis)

Reino	Plantae (plantas)
Subreino	Viridiplantae (plantas verdes)
Infrarreino	Streptophyta (plantas terrestres)
Superdivisión	Embryophyta
División/Filo	Tracheophyta (plantas vasculares)
Subdivisión/Subfilo	Spermatophytina (plantas con semillas)
Clase	Magnoliopsida
Superorden	Caryophyllanae
Orden	Caryophyllales
Familia	Cactaceae (cactáceas)
Subfamilia	Opuntioideae
Género	Opuntia (nopal o tuna)
Especie	<i>Opuntia apurimacensis</i> (sinónimo de <i>Opuntia ficus-indica</i>)

Nota. Solano (1998)

3.2.3. Características morfológicas del ayrampo (*Opuntia apurimacensis*)

Es una planta herbácea perenne xerófila {zona seca} a veces semiarbusciva, es propio de las zonas frías. (Arotoma, 2010).

- Tallos (Cladodios).
 - Los tallos son segmentados en cladodios aplanados, de color verde a verde-azulado, ovalados o redondos, angostos en la base.
 - Cada cladodio es grueso, con mamilas bien definidas y areolas cubiertas de fieltro marrón.
 - Adaptados para minimizar la pérdida de agua, con superficie aplanada que favorece la fotosíntesis y reduce la transpiración.
- Espinas y Gloquidios
 - Las areolas producen clusters de espinas cortas y robustas, variables en color (desde amarillo hasta rojo y marrón), con 4 a 12 espinas aciculares, derechas y sedosas.
 - Incluye gloquidios amarillos o cafés, que pueden causar irritación en la piel.
 - Las espinas sirven para protección contra herbívoros y ayudan a reducir la evaporación.
- Flores
 - Flores brillantes de color amarillo, que aparecen en los meses de verano, ubicadas en la parte superior de los cladodios.
 - Pueden variar a tonos naranjas o rojos en algunas descripciones, con un diámetro aproximado de 4 cm y un estilo verde.
 - Son inodoras y nacen de las areolas.
- Frutos
 - Frutos comestibles, globosos o ovalados, de 6-7 cm de diámetro, con pulpa jugosa y transparente verdosa, incluso en madurez, conteniendo múltiples semillas negras.

- La cáscara es rojiza intensa, persistente y cubierta de pelos pardos o espinas pequeñas y finas.
- Rico en antioxidantes, con un sabor dulce y jugoso, usado tradicionalmente como colorante natural

3.2.4. Composición química del ayrampo (*Opuntia apurimacensis*)

La composición nutricional y fisicoquímica del fruto *Opuntia soehrensii* (Britton y Rose), de acuerdo a varias investigaciones, tienen algunas divergencias, debido a diferentes factores durante los análisis, ya sean estado de maduración del fruto, método de análisis empleado, entre otros, sin embargo, los valores referenciales de varios estudios realizados al fruto se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3

Composición nutricional y fisicoquímica del Opuntia Soehrensii (Britton y Rose)

Componente	Pulpa	Cáscara	Notas/Fruto General
Proteína	1.02%	0.97%	Bajo contenido proteico ¹ .
Grasa	0.43%	0.22%	Mínimo aporte lipídico ¹ .
Carbohidratos	6.73%	9.49%	Fuente de azúcares naturales ¹ .
Vitamina C	-	-	49.9 mg de ácido ascórbico ²⁴⁵ .
Polifenoles totales	-	-	107.3 mg de equivalente ácido gálico ²⁴⁵ .
Otros bioactivos	-	-	Minerales como K, Ca, Na, Fe, Mg, Mn, Zn; ácidos orgánicos (málico, oxálico); aminoácidos (alanina, arginina, etc.) ²⁴ .

Nota. Cisneros (2017)

3.2.5. Usos del ayrampo (*Opuntia soehrensii*)

En el caso del *Opuntia apurimacensis*, existe escasa evidencia bibliográfica que datan la composición química del fruto. Al respecto, estudios realizados por Jorge y Troncoso (2016), señalan que el extracto acuoso de ayrampo, posee 1.5 veces más componentes bioactivos en comparación con la *Opuntia ficus-índica* (tuna).

Las semillas son usadas para darle color a los alimentos, su procedimiento es muy sencillo y ampliamente usado por las comunidades campesinas. Las semillas se retiran de la fruta y se dejan secar para luego venderlas en el mercado o para el trueque. También son consumidos de forma directa por masticación y en la preparación de refrescos, etc. Los tallos y ralees son empleados como forraje para la alimentación del

ganado bovino. (Meneses, 2008). También se usa una maceración de las semillas con jugo de limón como colutorio para las aftas de los niños; la solución acuosa se toma para evitar el brote de la viruela, también para aliviar el dolor y la inflamación producida por el herpes bucal (Meneses & Amable, 2011).

3.2.6. *Aguardiente de caña de azúcar*

Las bebidas destiladas, generalmente llamadas aguardientes y licores, reúnen aquellas que superan los 20 grados de alcohol en su contenido. Existen diversas bebidas que se obtienen a través de la destilación de la caña de azúcar como son el ron, los licores, anís, amaretto, por mencionar algunos (Mexico, 2022).

3.2.7. *Características organolépticas*

Son los atributos y características físicas que poseen los alimentos o productos finales, entre algunos atributos se encuentran el sabor, olor, color, apariencia, etc. (Blanco, 2012). La evaluación sensorial de alimentos es una técnica en la ciencia de los alimentos que estudia las características organolépticas de los alimentos a través de las respuestas de un grupo de personas, panel_ de personas o consumidores, y así aportar objetividad a estas percepciones. Estudia estadísticamente los datos proporcionados por los consumidores (Grández, 2012)

La "rueda de color" (o color wheel) en el contexto de la evaluación sensorial se refiere a una herramienta gráfica circular y codificada por colores que se utiliza para describir y categorizar atributos sensoriales de productos, como alimentos y bebidas. Aunque comúnmente se asocia con la teoría del color en diseño (como el círculo cromático), en análisis organoléptico adopta un enfoque más especializado para medir propiedades perceptibles por los sentidos, como el color, aroma y sabor. A continuación, explico su concepto, usos y relevancia en la medición de características organolépticas, basado en prácticas de la ciencia sensorial (Gupta, 2016).

3.2.7.1. Color

El color es un parámetro fácilmente detectable que revela qué reacciones químicas han tenido lugar durante los distintos procesos térmicos por los que pasa el alimento desde su primer estado hasta que se encuentra listo para ser consumido. Son comunes, por ejemplo, los cambios de un tono brillante a uno más oscuro en alimentos que pasen de estar frescos a estar expuestos al contacto con la luz y el aire. Los cambios en los pigmentos pueden indicar que se ha dado un proceso de oxidación que ha originado el cambio, pero en ningún caso se trata de alteraciones perjudiciales a la salud ni de un deterioro (Hernández, 2019).

Las propiedades organolépticas referentes al color se pueden evaluar de manera estandarizada con relativa sencillez. Mediante el uso de espectrofotómetros especializados se puede determinar el color de manera precisa, ya que estos test utilizan escalas de color bien definidas para comparar el color de soluciones líquidas y sólidas. Tanto los alimentos líquidos como los alimentos sólidos pueden presentar interferencias en las percepciones del color debido al brillo, la opacidad o los tamaños de las partículas, por lo tanto se deben realizar este tipo de pruebas si se pretende conseguir un color homogéneo de estos alimentos (Hernández, 2019).

3.2.7.2. Sabor

En la industria alimentaria se identifican cinco tipos de sabores: salado, dulce, amargo, ácido y el a veces llamado 'quinto sabor', el umami. Aunque todas las papilas gustativas, que se encuentran en la lengua y en el paladar, pueden detectarlos, algunas reconocen mejor y más rápido unos que otros. Es posible distinguir, además, entre sabores lentos, como los del ácido málico, y sabores de aparición inmediata, como los del ácido cítrico (Hernández, 2019).

A pesar de la distinción que se realiza entre los cinco sabores básicos, las sustancias tienen, por lo general, un sabor único que se compone de varios sabores diferentes. Entre las reglas que se asocian con las diferentes estructuras químicas de los

productos destacan la de los ácidos gustativos (sabores ácidos), que suelen proceder de ácidos inorgánicos y tener funciones carboxílicas definidas en el producto orgánico. Los sabores salinos o salados suelen provenir de sales inorgánicas, mientras que los dulces se pueden predecir conociendo su estructura química (Hernández, 2019).

Por el contrario, el sabor amargo no responde a unas reglas generales con las que pueda predecirse, a lo que hay que sumar que suele darse en estructuras químicas muy diversas, con presencia de aminoácidos y péptidos de escaso peso molecular. En bajas concentraciones, el sabor amargo suele reforzar el sabor de los alimentos, aunque el resultado final no sea el de un sabor amargo. Umami es un sabor sutil, pero de regusto prolongado y difícil de describir. Induce la salivación y una sensación aterciopelada en la lengua que estimula la garganta, el paladar y la parte posterior de la boca (Hernández, 2019).

3.2.7.3. Olor

Las sustancias volátiles que se encuentran presentes en los alimentos son las que definen su olor, ya provengan éstas del propio alimento de forma natural o respondan a un procesado en el que se añaden aromas. La caramelización de los azúcares o la reacción de Maillard, que produce melanoidinas de colores que van del amarillo al negro, son reacciones enzimáticas que dan lugar a productos secundarios y a lo que conocemos como el aroma de los alimentos (Hernández, 2019).

Los olores se perciben en los conductos nasales. Para evaluarlos se emplean diversas técnicas; desde las manuales hasta las más complejas, que incluyen cromatógrafos de gases y detectores de masas. La presencia de aditivos que aumentan la sensibilidad del receptor, como el guanilato disódico, el inosinato disódico y el glutamato monosódico (éste último muy común en la industria alimentaria) provoca variaciones en la concentración y, por tanto, en la intensidad percibida del olor, además de en la volatilidad. La temperatura y el tiempo de exposición afectan también a la sensibilidad y la percepción del probador (Hernández, 2019).

Para determinar un olor, las pruebas suelen hacer que el flujo de aire con el aroma del alimento circule desde la parte inferior hacia la parte superior de la nariz, intentando que penetre a través de la cavidad bucal. De esta forma, se logra una percepción mayor de los olores que acaban su recorrido en los receptores olfativos. En las pruebas de cata del olor se trata de homogenizar la temperatura para aumentar la precisión en los resultados de la prueba (Hernández, 2019).

3.2.7.4. Textura

Dureza, grosor, viscosidad o rigidez son términos que hacen referencia a la textura de un alimento, una de las características que los consumidores evalúan en primer lugar. Los estudios reológicos (Reología: parte de la física que estudia la viscosidad, la plasticidad, la elasticidad y el derrame de la materia) analizan la textura de los alimentos, una textura que se puede ver modificada por el almacenamiento. Por ejemplo, en las carnes frescas puede producirse un endurecimiento de la capa externa si está en contacto con el aire sin protección alguna, o en los helados pueden generarse cristales. Mientras que en los productos líquidos, la textura que presentan se ve influida por sus propiedades reológicas y por su homogeneidad. Por otro lado, en los alimentos sólidos el tamaño de las partículas o su higroscopicidad (la capacidad de absorber la humedad) son determinantes; por ejemplo, la textura del pimentón puede presentar apelmazamiento si no se protege de la humedad durante su almacenamiento (Hernández, 2019).

3.3. Definición de términos

1. Ayrampo (*Opuntia apurimacensis*). El ayrampo es una especie de cactus endémico del Perú, perteneciente a la familia Cactaceae, que se caracteriza por sus frutos comestibles de color rojo intenso y alto contenido de antioxidantes. Es utilizado tradicionalmente en la elaboración de alimentos y bebidas debido a su valor nutricional y propiedades organolépticas (Bravo et al., 2019).

2. miel de Abeja. La miel de abeja es un producto natural producido por las abejas a partir del néctar de las flores, reconocido por su sabor dulce y propiedades antimicrobianas. Es ampliamente utilizada como edulcorante natural y conservante en la industria alimentaria debido a su capacidad para mejorar el sabor y prolongar la vida útil de los productos (Bogdanov et al., 2017).
3. Licor de Caña. El licor de caña es una bebida alcohólica obtenida a partir de la fermentación y destilación del jugo de caña de azúcar, caracterizada por su sabor dulce y aroma particular. Es ampliamente consumido en América Latina y se utiliza como base para la elaboración de diversas bebidas espirituosas (FAO, 2018).
4. Características Organolépticas. Las características organolépticas son atributos percibidos a través de los sentidos, como el sabor, aroma, color y textura, que influyen en la aceptación o rechazo de un producto alimenticio. Estas propiedades son evaluadas mediante pruebas sensoriales para determinar la calidad y preferencia del consumidor (Stone & Sidel, 2020).
5. Antioxidantes. Los antioxidantes son compuestos químicos que previenen o retardan la oxidación de otras moléculas, protegiendo a las células del daño causado por los radicales libres. Se encuentran en alimentos como el ayrampo y son esenciales para reducir el riesgo de enfermedades crónicas (Pham-Huy et al., 2018).
6. Fermentación. La fermentación es un proceso bioquímico mediante el cual los microorganismos, como levaduras o bacterias, convierten los azúcares en alcohol, dióxido de carbono u otros compuestos en ausencia de oxígeno. Este proceso es fundamental en la producción de bebidas alcohólicas como el licor de caña (Pereira et al., 2020).
7. Pruebas Sensoriales. Las pruebas sensoriales son métodos científicos utilizados para evaluar las características organolépticas de un producto mediante la

participación de panelistas capacitados o consumidores. Estas pruebas permiten medir la aceptabilidad y preferencia del producto en función de su sabor, aroma, color y textura (Lawless & Heymann, 2019).

8. **sabor.** Se describe como sabor a la sensación implementada por un alimento o cualquier sustancia es ingerida, es decir, que es introducida al cuerpo a través del tracto gastrointestinal, la percepción del sabor se logra por medio de dos sentidos específicamente por el uso del gusto y del olfato, en mayor porcentaje (aproximadamente 80%) el sabor de cada elemento ingerido es percibido por el olfato (olor) pudiendo éste modificar el sabor del alimento (Lawless & Heymann, 2019)
9. **Textura.** La textura de los alimentos se define como las propiedades de un alimento que se detectan al tacto en la boca y con las manos. Usamos muchas palabras para describir la textura de los alimentos—los alimentos pueden ser suaves o duros, blandos o crujientes, lisos o grumosos. La textura es importante para el disfrute y la aceptabilidad los alimentos (Hidrolab, 2022).
10. **Grados brix.** Los grados Brix sirven, precisamente, para determinar el porcentaje de azúcar o sacarosa disuelta en un líquido, esta medición se aplica en alimentos como las hortalizas, las frutas y verduras, pero también en alimentos procesados (Hidrolab, 2022).
11. **Análisis organoléptico.** Un análisis organoléptico es una valoración cualitativa que se realiza sobre una muestra (principalmente de alimento o bebida) basada exclusivamente en la valoración de los sentidos (vista, gusto, olfato, etc.) (Eva María Martín, 2018).
12. **miel de abeja.** La miel es un alimento nutritivo, saludable y natural producido por las abejas. Sus propiedades benéficas van mas allá del uso como dulcificante, ya que es rico en sales minerales, enzimas, vitaminas y proteínas que le donan propiedades nutritivas y organolépticas únicas (OMS, n.d.).

13. Licor de caña. Es el producto obtenido por destilación fraccionada de los caldos de jugos de caña y melazas que previamente han pasado por un proceso de fermentación, o bien por la re-destilación del aguardiente de caña. Es el alcohol etílico que se obtiene a partir de la destilación de la caña de azúcar con una graduación alcohólica no superior a 95.5% (Rodríguez, 2017).

IV. Metodología

4.1. Tipo y nivel de investigación

4.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación para este estudio es experimental, ya que se busca determinar el efecto de la adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja en las características organolépticas del licor de caña. En una investigación experimental, el investigador manipula deliberadamente una o más variables independientes (en este caso, la adición de ayrampo y miel de abeja) para observar y medir su impacto en la variable dependiente (las características del licor de caña).

4.1.2. Nivel de investigación

En cuanto al nivel de investigación, este estudio se ubica en el nivel explicativo, ya que no solo busca describir las características del licor de caña al incorporar ayrampo y miel, sino que también intenta explicar cómo y por qué estas adiciones influyen en los atributos sensoriales de la bebida. El objetivo es identificar la relación de causa y efecto entre la inclusión de estos ingredientes y las características resultantes del licor, proporcionando una comprensión más profunda de los cambios organolépticos observados.

4.1.3. Metodología de la investigación

i. Asignación de tratamientos

Tabla 4

Diseño DCA con arreglo factorial de dos factores (miel de abeja + ayrampo (*Opuntia apurimacensis*))

		ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>)			
		60gr/l	80gr/l	100gr/l	0gr/l
miel de abeja	200gr/l	T1	T2	T3	T4
	300gr/l	T5	T6	T7	T8
	400gr/l	T9	T10	T11	T12
	0gr/l	T13	T14	T15	T16

Nota. Elaboración propia

Los detalles de los tratamientos se muestra en la siguiente **Tabla**

Tabla 5*Detalle de los tratamientos y número de repeticiones*

Tratamiento	Miel de abeja	Ayrampo	Aguardiente de caña de azúcar	Repeticiones
T1	200gr/l	60gr/l	1000ml	3
T2	300gr/l	60gr/l	1000ml	3
T3	400gr/l	60gr/l	1000ml	3
T4	0gr/l	60gr/l	1000ml	3
T5	200gr/l	80gr/l	1000ml	3
T6	300gr/l	80gr/l	1000ml	3
T7	400gr/l	80gr/l	1000ml	3
T8	0gr/l	80gr/l	1000ml	3
T9	200gr/l	100gr/l	1000ml	3
T10	300gr/l	100gr/l	1000ml	3
T11	400gr/l	100gr/l	1000ml	3
T12	0gr/l	100gr/l	1000ml	3
T13	200gr/l	0gr/l	1000ml	3
T14	300gr/l	0gr/l	1000ml	3
T15	400gr/l	0gr/l	1000ml	3
T16	0gr/l	0gr/l	1000ml	3
Total				48

Nota. Elaboración propia

El siguiente diagrama muestra la distribución de los tratamientos bajo un diseño experimental DCA con un arreglo factorial 4X4 con 3 repeticiones por tratamiento, es decir 48 unidades experimentales cada unidad experimental es una botella de un litro de licor con adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de Abeja, las que se distribuirá de la siguiente manera.

ii. Croquis del área experimental



T1	T13	T4	T14	T11	T7	T8	T2
T16	T10	T8	T5	T13	T6	T11	T14
T9	T6	T3	T15	T8	T16	T2	T16
T12	T14	T12	T1	T3	T9	T4	T6
T15	T5	T7	T10	T12	T13	T10	T15
T3	T1	T9	T7	T2	T4	T5	T11

Nota. Elaboración propia

4.2. Ámbito temporal y espacial

4.2.1. Ámbito temporal

Esta investigación se llevó a cabo desde el mes de julio de 2023 al mes de setiembre del mismo año, ya que eran las fechas en las que se elaboró el licor.

4.2.2. Ámbito espacial

Ubicación política

País: Perú

Región: Apurímac

Provincia: Abancay

Distrito: Abancay

Dirección: Avenida Perú N.º 700

Ubicación geográfica

Altitud: 2414.32 metros sobre el nivel del mar

Coordenadas: 13°63'20" de latitud sur y 72°88'76" de longitud oeste

Características generales: Forma parte de un entorno que influye en sus condiciones climáticas y ecológicas, ideal para recursos naturales y producción tradicional

Ubicación hidrográfica

Cuenca principal: Apurímac

Subcuenca: Pachachaca

Microcuenca: Mariño

Influencia: Determina gran parte de las características climáticas y ecológicas de la zona, apoyando la disponibilidad de recursos autóctonos y la elaboración de bebidas.

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población

La población de este estudio estuvo constituida por el total de 48 litros de la producción de licor de caña elaborado con diferentes proporciones de ayrampo (*Opuntia*

apurimacensis) y miel de abeja. Esta población incluyó todas las unidades de análisis necesarias para evaluar las características organolépticas del licor de caña al añadir estos ingredientes.

4.3.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por la totalidad de la población, es decir, los 48 litros de licor de caña que se prepararon con diferentes porcentajes de ayrampo y miel de abeja. Esta muestra fue suficiente para realizar los análisis sensoriales y fisicoquímicos necesarios, dado que cubrió todas las variaciones de las combinaciones de los ingredientes, permitiendo una evaluación exhaustiva de los efectos de las adiciones en las características del licor.

4.3.3. Muestreo

El muestreo fue de tipo no probabilístico, ya que los integrantes de la muestra fue la población total (48 litros) mediante un proceso aleatorio, asegurando que cada unidad tuviera igual probabilidad de ser incluida. Este tipo de muestreo fue apropiado debido al tamaño manejable de la población, permitiendo obtener resultados precisos y representativos de cada combinación de ayrampo y miel de abeja, sin necesidad de analizar la totalidad de la producción disponible.

4.4. Instrumentos

Panel de degustación (evaluación sensorial):

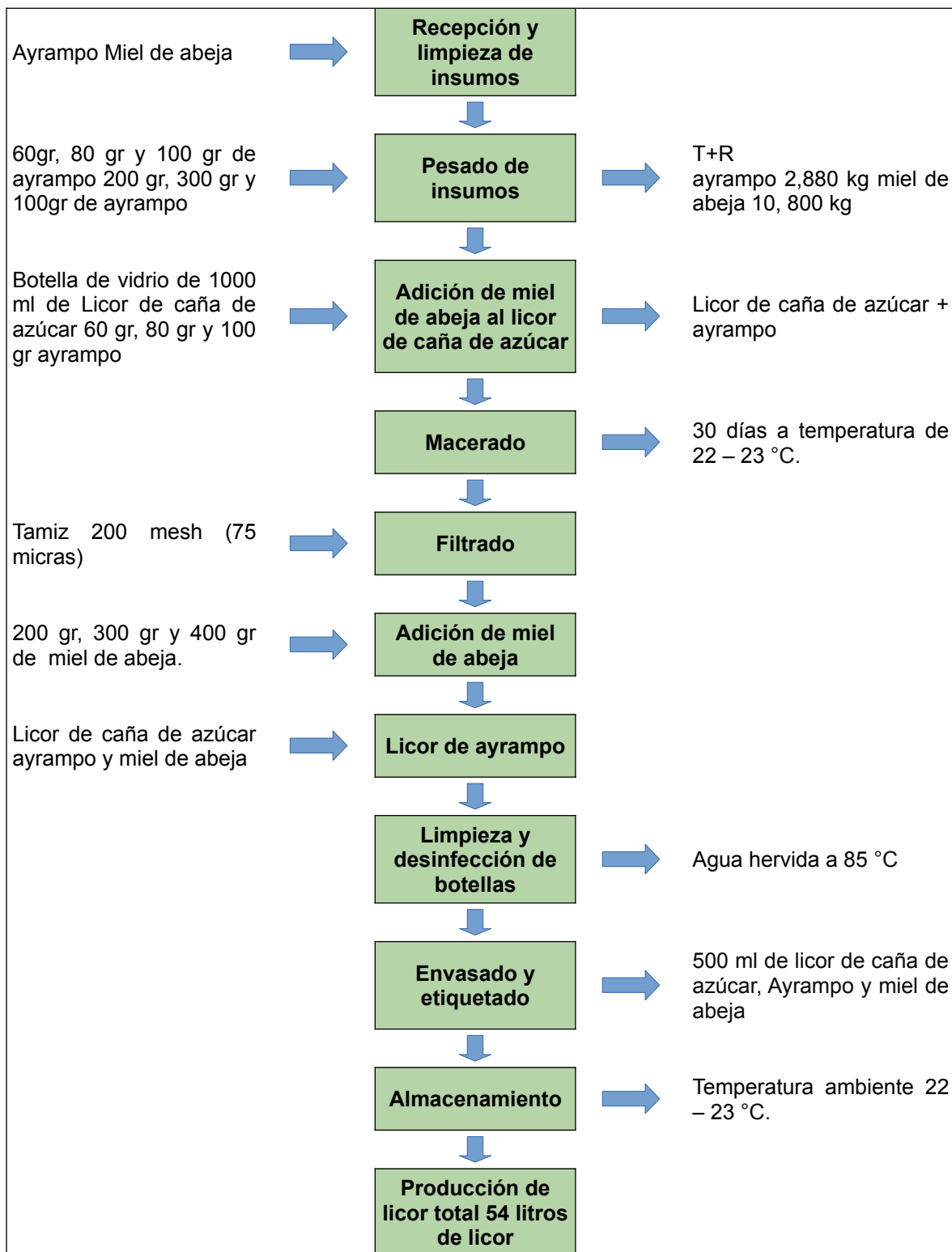
Se utilizó un panel de catadores para realizar una evaluación sensorial del licor. Este panel aplicó una ficha de evaluación en la que se registraron las percepciones respecto al sabor, color, olor y aceptabilidad general del licor. Cada catador puntuó estos aspectos en una escala sensorial previamente definida, permitiendo la comparación de las diferentes muestras de licor según los tratamientos de ayrampo y miel.

4.5. Procedimientos

1. Recepción y limpieza de insumos: Se realizó la limpieza de semillas de ayraimo para eliminar impurezas, lo que mejora la calidad de las semillas para ser utilizadas.
2. Pesado de insumos: El pesado de la semilla de Ayraimo y de la miel de abeja, se realizó utilizando una balanza analítica en cantidades de 60 gr, 80gr, y 100gr. de ayraimo y de 200gr, 300gr y 400 gr. de miel de abeja.
3. Adición de ayraimo al licor de caña de azúcar: En una botella de vidrio 750ml se agregó 500 ml de caña de azúcar y se agregó el ayraimo en las cantidades de: 60 gr, 80gr, y 100gr. Para cada tratamiento con sus tres repeticiones.
4. Macerado: se sometió a un proceso de macerado, semilla de ayraimo con el licor de caña de azúcar por un periodo de 30 días a temperatura ambiente 22 a 23 °C.
5. Filtrado: Se realizó utilizando un tamiz de 200 mesh (75 micras) para poder retener sedimentos, como impurezas presentes.
6. Adición de miel de abeja: se agregó miel de abeja en las siguientes proporciones 200gr, 300gr y 400 gr. por cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.
7. Licor de ayraimo: Es el producto final de proceso de adición de ayraimo y miel de abeja al aguardiente de caña de azúcar logrando así el licor de ayraimo.
8. Limpieza y desinfección de botellas: Se realizó la limpieza y desinfección de las botellas utilizando agua hervida a 85°C por un tiempo de 3 minutos
9. Envasado y etiquetado: para el envasado se utilizó un embudo y una jarra se y procedió a llenar 500ml de licor ayraimo en botellas transparentes de 500 ml.
10. Almacenamiento: Los productos envasados se almacenaron en el laboratorio de agroindustria de la universidad tecnológica de los andes a temperatura ambiente 22 - 23 °C.
11. Producción total: Finalmente, se obtuvo la cantidad total de 54 litros de producción de del licor de ayraimo.

Figura 1

Flujograma para la elaboración de Licor con porcentajes de ayrampo (Opuntia apurimacensis)



Nota. Elaboración propia

4.6. Análisis de datos

- 1. Análisis descriptivo:** Se llevó a cabo un análisis descriptivo para identificar las tendencias generales de los datos sensoriales. Se calcularon medidas de tendencia central como la media, así como medidas de dispersión como la desviación estándar, para interpretar el comportamiento de las muestras. Se describieron los efectos de las distintas proporciones de ayrampo y miel de abeja sobre las características del licor de caña.
- 2. Análisis de varianza (ANOVA):** Para determinar si existían diferencias significativas entre las muestras tratadas con diferentes cantidades de ayrampo y miel, se utilizó un análisis de varianza (ANOVA). Este análisis permitió verificar si los cambios en los parámetros sensoriales eran atribuibles a las variaciones en las concentraciones de los ingredientes, identificando qué combinación ofrecía mejores resultados en términos de sabor, olor, color y aceptabilidad general.
- 3. Gráficos comparativos:** Se utilizaron gráficos de barras y gráficos de líneas para visualizar los resultados de las distintas pruebas sensoriales. Estos gráficos ayudaron a observar visualmente cómo la adición de ayrampo y miel afectaba las características del licor en diferentes concentraciones, facilitando la interpretación de los datos.
- 4. Interpretación de los resultados:** Finalmente, los datos procesados fueron interpretados a la luz de los objetivos de la investigación. Se analizó qué proporciones de ayrampo y miel de abeja producían un licor de caña con mejores características organolépticas, y se determinó qué factores influían en las variaciones observadas. A partir de estos resultados, se elaboraron conclusiones sobre el impacto de estos ingredientes en la calidad del licor de caña, así como recomendaciones para futuras investigaciones y la posible industrialización del producto.

4.7. Consideraciones éticas

- El ayraampo y la miel de abeja son productos naturales obtenidos de ecosistemas locales. Por lo tanto, se aseguró que su recolección y uso no afectaran negativamente el medio ambiente ni agotaran los recursos disponibles. Se promovió el uso sostenible de estas materias primas, respetando las prácticas tradicionales y ecológicas de las comunidades que dependen de su producción.
- En la evaluación sensorial, los catadores participaron de forma voluntaria y se les proporcionó información detallada sobre el propósito del estudio y la naturaleza de las muestras a degustar. Se aseguró que la cantidad de licor consumida durante las pruebas no representara ningún riesgo para la salud de los evaluadores. Asimismo, se respetó su derecho a retirarse de la evaluación en cualquier momento si lo consideraban necesario, sin que esto tuviera repercusiones.
- En todo momento, se siguió el principio de transparencia y honestidad científica. Los datos fueron recolectados y analizados de manera rigurosa, sin distorsionar ni manipular los resultados para favorecer hipótesis preconcebidas. Se informó con claridad sobre los hallazgos, independientemente de si los resultados apoyaban o no las expectativas iniciales.
- Se ha hecho estricto cumplimiento al reglamento general de grados y títulos y el instructivo general de redacción de proyectos y tesis de la Universidad Tecnológica de los Andes.

V. Resultados y discusión

5.1. Resultados

5.1.1. Ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja en el color del licor de caña

En este apartado se evalúa el efecto de la adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja en la característica organoléptica color del Aguardiente de caña de azúcar en el distrito de Abancay, para ello se ha realizado la prueba de normalidad y la prueba de homocedasticidad a la variable color para garantizar la objetividad de los resultados obtenidos en el análisis de varianza:

- Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk): $W = 1$, $p\text{-value} = 5e-12$. El valor de W es 1 y el valor p es $5e-12$ (que es un valor muy pequeño). Esto indica que el valor p es significativamente menor que el nivel de significancia típico de 0.05, lo que sugiere que hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de que los datos siguen una distribución normal.
- Prueba de homocedasticidad (Homogeneidad de varianza): $\text{Chisquare} = 45.3$, $Df = 1$, $p = 2e-11$. El valor de chi-cuadrado es 45.3 y el valor p asociado es $2e-11$, lo que indica que el valor p es extremadamente pequeño. Esto implica que hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de homocedasticidad. En otras palabras, la prueba sugiere que las varianzas de los grupos son significativamente diferentes en lugar de ser iguales.

Tabla 6

*Promedio de puntaje alcanzado en la característica organoléptica de color del licor de caña con adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) + miel de abeja*

Promedio - color ayrampo	miel de abeja				Promedio
	0gr/l	200gr/l	300gr/l	400gr/l	
0gr/l	5.00	4.96	5.25	5.35	5.14
100gr/l	4.60	6.17	5.88	6.15	5.70
60gr/l	4.92	5.58	5.85	5.52	5.47
80gr/l	4.96	5.88	6.02	5.88	5.68
Promedio	4.87	5.65	5.75	5.72	5.50

Nota. Elaboración propia

La **Tabla (6)** muestra el promedio de puntaje alcanzado en la evaluación organoléptica de color del licor de caña con adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) + miel de abeja (Tratamientos) aplicada a 16 panelistas semi-entrenados, en ella se observa además las desviaciones estándar la que representan la dispersión de los datos alrededor de los respectivos promedios. Un valor más bajo de la desviación estándar indica que los datos tienden a estar más cerca del promedio, mientras que un valor más alto indica que los datos están más dispersos, es decir los datos muestran cómo los niveles de miel de abeja y ayrampo están relacionados con el color del licor de caña. Los promedios y las desviaciones estándar que se muestra en dicha tabla pueden ayudar a identificar tendencias y variaciones en el color del licor de caña con diferentes niveles de miel de abeja y ayrampo como se puede mostrar en la siguiente tabla.

Tabla 7

Análisis de varianza (5% de confianza) de color del licor de caña con adición de ayrampo (Opuntia apurimacensis) + miel de abeja

F de V	GL	SC	CM	Fc	P valor	Sig.
miel	3	102	34.0	31.71	< 0.001	**
ayrampo	3	39	13.0	12.09	0.00	**
miel:ayrampo	9	39	4.4	4.06	0.00	**
Error	752	806	1.07			
Total	767					
CV (%)	18.8				Promedio	5.5

Nota. Elaboración propia

** : Altamente significativo (99.9% de confiabilidad)

La tabla (7) muestra el análisis de varianza al 5% de confianza de los promedios del puntaje alcanzado en la evaluación organoléptica de la variable color del licor de caña con adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) + miel de abeja aplicado a 16 panelistas semi-entrenados, en ella se observa que los resultados indican que tanto el factor miel como el factor ayrampo, así como su interacción según el P valor obtenido (< 2e-16 (**), 9.8e-08 (**)) y 4.2e-05 (**)), tienen efectos altamente significativos en el color del licor de caña con adición de ayrampo + miel de abeja. La interacción entre miel y ayrampo también parece ser significativa en este análisis. Los residuos representan la

variabilidad no explicada por los factores considerados en el modelo. El coeficiente de variación es 18.8 y un promedio general de 5.5.

Tabla 8

Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de color del licor de caña con adición de miel de abeja

Tratamiento	Promedio (puntaje)	Grupo
300gr/l	5.75	a
400gr/l	5.72	a
200gr/l	5.65	a
0gr/l	4.87	b

Nota. Elaboración propia

La tabla (8) presenta la comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de color del licor de caña con adición de miel de abeja como consecuencia del análisis realizado en la tabla (7), en ella se muestra que los tratamientos de 300gr/l, 400gr/l y 200gr/l con Promedio (puntaje) de 5.75, 5.72 y 5.65 puntos respectivamente se agrupan juntos, indicando que no hay diferencias significativas entre estos tratamientos. El tratamiento testigo con 0gr/l de miel de abeja se encuentra en otro grupo, lo que indica que difiere significativamente de los otros tratamientos en términos del promedio (puntaje) de la variable color, es decir el licor de caña con adición de miel de abeja tiene mejor color y a gustado a los panelistas.

Tabla 9

*Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de color del licor de caña con adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*)*

Tratamiento	Promedio (puntaje)	Grupo
100gr/l	5.70	a
80gr/l	5.68	a
60gr/l	5.47	a
0gr/l	5.14	b

Nota. Elaboración propia

La tabla (9) presenta la comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de color del licor de caña con adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) como consecuencia del análisis realizado en la tabla (7), en ella se muestra que los tratamientos con 100gr/l, 80gr/l y 60gr/l de adición de ayrampo tienen promedios de color de licor de caña de 5.70,

5.68 y 5.47, respectivamente. Estos tratamientos se agrupan juntos y se les asigna la letra 'a', lo que indica que no hay diferencias significativas entre ellos en términos de color del licor de caña. El tratamiento con 0gr/l de adición de ayrampo tiene un Promedio (puntaje) de 5.14 en el color del licor de caña y se le asigna la letra 'b', lo que indica que difiere significativamente de los otros tratamientos en términos de color del licor de caña.

Tabla 10

Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de color del licor de caña con adición de ayrampo + miel de abeja

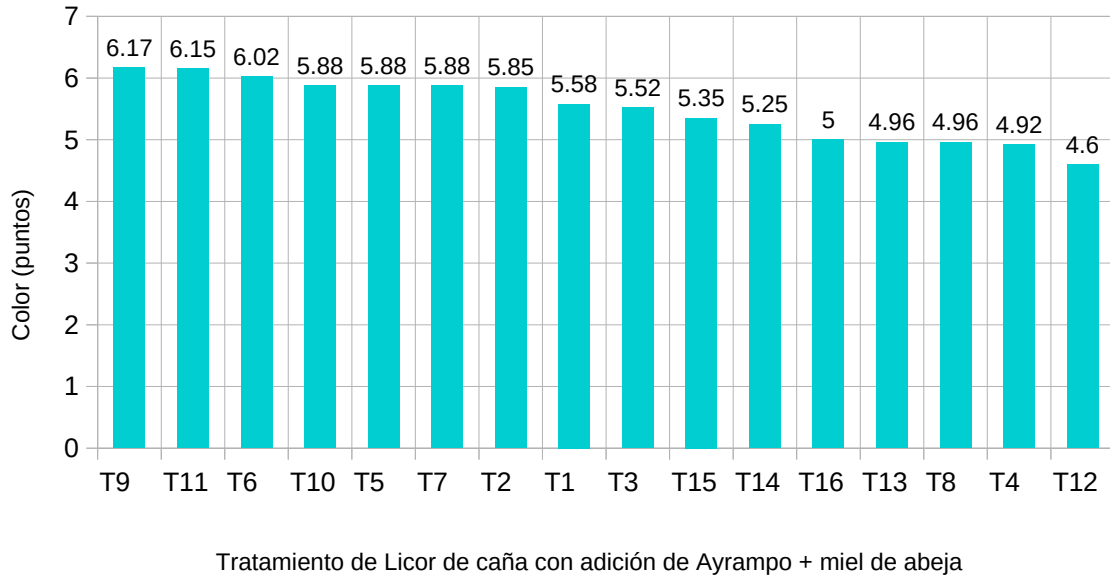
Tratamiento	miel de abeja	ayrampo	Promedio (puntaje)	Grupo
T9	200gr/l	100gr/l	6.17	a
T11	400gr/l	100gr/l	6.15	a
T6	300gr/l	80gr/l	6.02	ab
T10	200gr/l	80gr/l	5.88	abc
T5	400gr/l	80gr/l	5.88	abc
T7	300gr/l	100gr/l	5.88	abc
T2	300gr/l	60gr/l	5.85	abc
T1	200gr/l	60gr/l	5.58	abcd
T3	400gr/l	60gr/l	5.52	abcd
T15	400gr/l	0gr/l	5.35	bcd
T14	300gr/l	0gr/l	5.25	cde
T16	0gr/l	0gr/l	5.00	de
T13	0gr/l	80gr/l	4.96	de
T8	200gr/l	0gr/l	4.96	de
T4	0gr/l	60gr/l	4.92	de
T12	0gr/l	100gr/l	4.60	e

Nota. Elaboración propia

La tabla (10) presenta la comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de color del licor de caña con adición de miel de abeja + ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) como consecuencia del análisis realizado en la tabla (7), en ella se muestra que los tratamientos con 200gr/l y 400gr/l de miel de abeja con 100gr/l de ayrampo tienen los promedios más altos de color del licor de caña, seguidos de cerca por los tratamientos con 300gr/l de miel de abeja y 80gr/l de ayrampo, y 200gr/l y 400gr/l de miel de abeja con 80gr/l de ayrampo. Los tratamientos con 0gr/l y 200gr/l de miel de abeja tienen los promedios más bajos de color del licor de caña, y se dividen en grupos "d" y "e", información que también se aprecia en la figura (2).

Figura 2

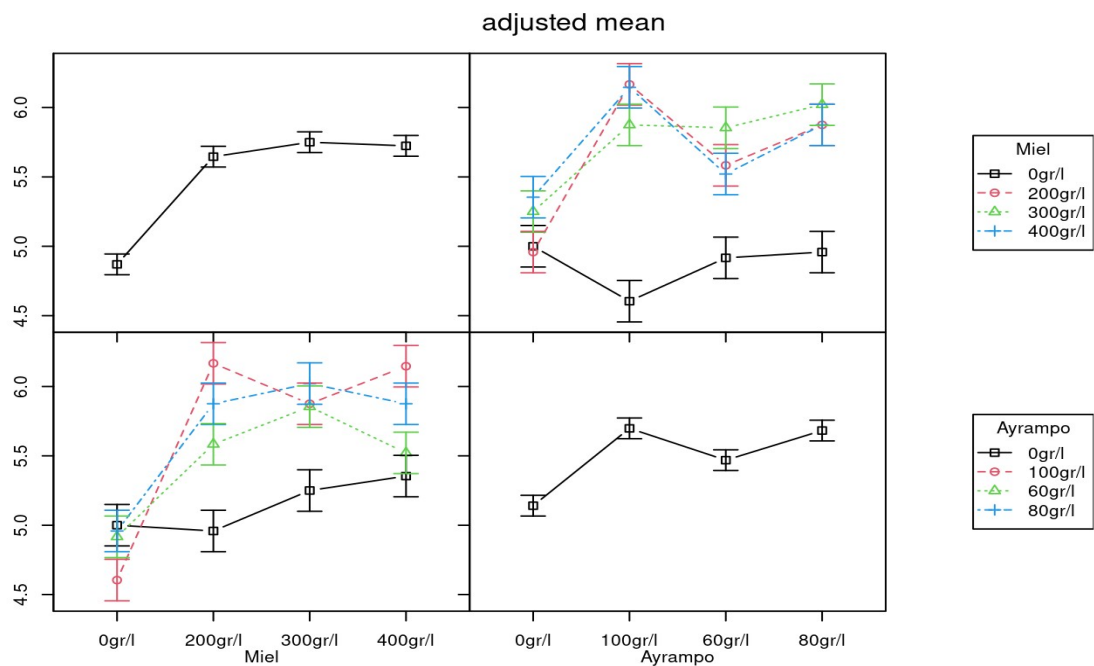
Promedio de puntaje alcanzado en la característica organoléptica de color del licor de caña con adición de ayrampo (Opuntia apurimacensis) + miel de abeja



Nota. Elaboración propia

Figura 3

Interacción de promedio de puntaje alcanzado en la característica organoléptica de color del licor de caña con adición de ayrampo + miel de abeja



Nota. Elaboración propia

La figura (3) muestra la Interacción entre los Promedio (puntaje) de puntaje alcanzado en la característica organoléptica de color del licor de caña con adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) + miel de abeja, en ella se muestra que el color del licor de caña se vuelve más oscuro con la adición de ayrampo y miel de abeja. El eje X del gráfico representa la cantidad de ayrampo añadida al licor de caña, en gramos por litro. El eje Y representa la cantidad de miel de abeja añadida al licor de caña, en gramos por litro. El color del licor de caña se representa por un punto en el gráfico. Cada punto representa el Promedio (puntaje) de los puntajes de color asignados por un panel de jueces. En ella se observa que el color del licor de caña se vuelve más oscuro a medida que aumenta la cantidad de ayrampo y miel de abeja añadida. El licor de caña con la mayor cantidad de ayrampo y miel de abeja (60 gramos de ayrampo y 400 gramos de miel de abeja por litro) tiene un color rojo oscuro. El licor de caña con la menor cantidad de ayrampo y miel de abeja (100 gramos de ayrampo y 200 gramos de miel de abeja por litro) tiene un color amarillo claro.

Los resultados del estudio sugieren que el ayrampo y la miel de abeja son ingredientes prometedores para mejorar el color del licor de caña. La adición de ayrampo y miel de abeja puede ayudar a que el licor de caña tenga un color más oscuro y brillante, lo que puede ser deseable para algunos consumidores.

5.1.2. Ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja en el sabor del licor de caña

En este apartado se evalúa el efecto de la adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja en la característica organoléptica sabor del Aguardiente de caña de azúcar en el distrito de Abancay, para ello se ha realizado la prueba de normalidad y la prueba de homocedasticidad a la variable sabor para garantizar la objetividad de los resultados obtenidos en el análisis de varianza:

- Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk): $W = 1$, $p\text{-value} = 4e-15$. El valor de W es 1, lo que implica que el ajuste a la normalidad es perfecto, y el valor p es extremadamente pequeño ($4e-15$), lo que sugiere que es altamente improbable obtener este resultado si los datos se distribuyen normalmente
- Prueba de homocedasticidad (Homogeneidad de varianza): $\text{Chi-square} = 2.72$, $Df = 1$, $p = 0.1$. El valor de chi-cuadrado es 2.72 y el valor p asociado es 0.1. Esto indica que el valor p es mayor que el nivel de significancia comúnmente utilizado de 0.05. Por lo tanto, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de homocedasticidad. En otras palabras, los datos proporcionan una evidencia insuficiente para afirmar que las varianzas de los grupos son significativamente diferentes.

Tabla 11

Promedio de puntaje alcanzado en la característica organoléptica de sabor del licor de caña con adición de ayrampo + miel de abeja

Promedio - sabor ayrampo	miel de abeja				Promedio	Desv. Est.
	0gr/l	200gr/l	300gr/l	400gr/l		
0gr/l	4.13	4.44	5.19	5.58	4.83	1.43
100gr/l	3.29	5.75	5.81	6.19	5.26	1.54
60gr/l	3.21	5.15	5.29	5.52	4.79	1.59
80gr/l	3.52	5.44	5.83	5.79	5.15	1.64
Promedio	3.54	5.19	5.53	5.77	5.01	1.56
Desv. Est.	1.38	1.31	1.23	1.27	1.56	0.00

Nota. Elaboración propia

La tabla (11) muestra el Promedio (puntaje) de puntaje alcanzado en la evaluación organoléptica de sabor del licor de caña con adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) + miel de abeja (Tratamientos) aplicada a 16 panelistas semi-entrenados, los resultados muestran que el ayrampo aumenta el sabor del licor conjuntamente con la miel de abeja. El Promedio (puntaje) de las puntuaciones de sabor aumentó de 4.13 en el grupo de control sin ayrampo a 5.58 en el grupo con 400 gramos por litro de miel de abeja. Por otro lado los resultados del estudio sugieren que el ayrampo y la miel de abeja son aditivos eficaces para mejorar el sabor del licor de caña ya que a mayor cantidad de ayrampo y miel de abeja adicionado al licor de caña se obtiene mejor puntuación en el sabor de este producto. El Promedio (puntaje) de las puntuaciones de sabor en el grupo con 80 gramos por litro de ayrampo y 400 gramos por litro de miel de abeja es de 5.15. Esto indica que el Aguardiente de caña de azúcar con 80 gramos por litro de ayrampo y 400 gramos por litro de miel de abeja tiene un sabor dulce y afrutado, es decir, los resultados del estudio sugieren que el ayrampo y la miel de abeja son aditivos eficaces para mejorar el sabor del Aguardiente de caña de azúcar.

Tabla 12

Análisis de varianza (5% de confianza) de sabor del licor de caña con adición de ayrampo (Opuntia apurimacensis) + miel de abeja

F de V	GL	SC	CM	Fc	P valor	Sig.
miel	3	587	195.5	124.01	< 2e-16	**
ayrampo	3	31	10.2	6.50	0.00024	**
miel:ayrampo	9	69	7.7	4.85	2.5e-06	**
Error	752	1186	1.6			
Total	767					
CV (%)	25.1				Promedio	5.01

Nota. Elaboración propia

** : Altamente significativo (99.9% de confiabilidad)

La tabla (12) muestra el análisis de varianza al 5% de confianza de los promedios del puntaje alcanzado en la evaluación organoléptica de la variable sabor del licor de caña con adición de ayrampo + miel de abeja aplicado a 16 panelistas semi-entrenados, en ella se observa que tanto la miel como el ayrampo, así como la interacción entre la

miel y el ayrampo (P valor $< 2e-16$ (**), 0.00024 (**), y $2.5e-06$ (**)) respectivamente y todas menor a 0.05), tienen efectos altamente significativos en la variabilidad del sabor del licor de caña. El coeficiente de variación es 25.1 y un promedio general de 5.01.

Tabla 13

Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de sabor del licor de caña con adición de miel de abeja

Tratamiento	Promedio (puntaje)	Grupo
400gr/l	5.77	a
300gr/l	5.53	a
200gr/l	5.19	b
0gr/l	3.54	c

Nota. Elaboración propia

La tabla (13) presenta la comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de sabor del licor de caña con adición de miel de abeja como consecuencia del análisis realizado en la tabla (12), en ella se muestra que el tratamiento con 400gr/l de adición de miel de abeja tiene un Promedio (puntaje) de sabor de licor de caña mas alto con 5.77 y se le asigna la letra 'a', lo que indica que difiere significativamente de los otros tratamientos en términos de sabor, luego el tratamiento con 300gr/l de adición de miel de abeja también tiene un Promedio (puntaje) de sabor de licor de caña de 5.53 y se le asigna la letra 'a', lo que indica que no hay diferencias significativas entre este tratamiento y el anterior en términos de sabor es decir estadísticamente son iguales, mientras que el tratamiento con 200gr/l de adición de miel de abeja tiene un Promedio (puntaje) de sabor de licor de caña de 5.19 y se le asigna la letra 'b', lo que indica que difiere significativamente de los tratamientos anteriores en términos de sabor y finalmente el tratamiento sin adición de miel de abeja (0gr/l) tiene un Promedio (puntaje) de sabor de licor de caña de 3.54 y se le asigna la letra 'c'.

Tabla 14

Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de sabor del licor de caña con adición de ayrampo (Opuntia apurimacensis)

Tratamiento	Promedio (puntaje)	Grupo
100gr/l	5.26	a
80gr/l	5.15	ab
0gr/l	4.83	bc
60gr/l	4.79	c

Nota. Elaboración propia

La tabla (14) presenta la comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de sabor del licor de caña con adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) como consecuencia del análisis realizado en la tabla (12), en ella se muestra que el tratamiento con 100gr/l de adición de ayrampo tiene un Promedio (puntaje) de sabor de licor de caña mas alto con 5.26 y se le asigna la letra 'a', lo que indica que difiere significativamente del resto de los tratamientos en términos de sabor, luego el tratamiento con 80gr/l de adición de ayrampo tiene un Promedio (puntaje) de sabor de licor de caña de 5.15 y se le asigna la letra 'ab', lo que sugiere que es estadísticamente diferente del tratamiento con 100gr/l, pero no difiere significativamente de otros tratamientos, del mismo modo el tratamiento con 0gr/l de adición de ayrampo tiene un Promedio (puntaje) de sabor de licor de caña de 4.83 y se le asigna la letra 'bc', indicando que es significativamente diferente del tratamiento con 100gr/l y 80gr/l, pero similar al tratamiento con 60gr/l y finalmente el tratamiento con 60gr/l de adición de ayrampo tiene un Promedio (puntaje) de sabor de licor de caña de 4.79 y se le asigna la letra 'c', lo que sugiere que es estadísticamente diferente de los tratamientos con mayor adición de ayrampo, es decir, los resultados indican que diferentes niveles de adición de ayrampo al licor de caña tienen un efecto significativo en el sabor, y se han identificado diferentes grupos que presentan diferencias estadísticamente significativas en términos de sabor del licor de caña.

Tabla 15

Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de sabor del licor de caña con adición de ayrampo + miel de abeja

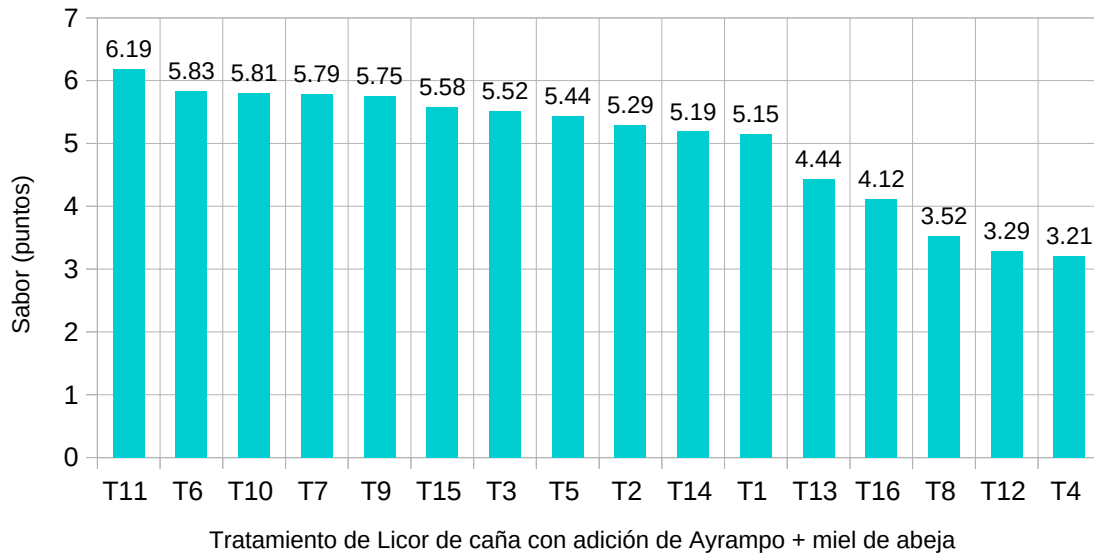
Tratamiento	miel de abeja	ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>)	Promedio (puntaje)	Grupo
T11	400gr/l	100gr/l	6.19	a
T6	300gr/l	80gr/l	5.83	ab
T10	200gr/l	80gr/l	5.81	ab
T7	300gr/l	100gr/l	5.79	ab
T9	200gr/l	100gr/l	5.75	ab
T15	400gr/l	0gr/l	5.58	ab
T3	400gr/l	60gr/l	5.52	ab
T5	400gr/l	80gr/l	5.44	ab
T2	300gr/l	60gr/l	5.29	bc
T14	300gr/l	0gr/l	5.19	bc
T1	200gr/l	60gr/l	5.15	bc
T13	0gr/l	80gr/l	4.44	cd
T16	0gr/l	0gr/l	4.12	de
T8	200gr/l	0gr/l	3.52	ef
T12	0gr/l	100gr/l	3.29	ef
T4	0gr/l	60gr/l	3.21	f

Nota. Elaboración propia

La tabla (15) presenta la comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de sabor del licor de caña con adición de miel de abeja + ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) como consecuencia del análisis realizado en la tabla (12), en ella se muestra que el tratamiento con 400gr/l de miel de abeja y 100gr/l de ayrampo tiene el mayor Promedio (puntaje) de sabor del licor de caña, seguido de cerca por los tratamientos con 300gr/l de miel de abeja y 80gr/l de ayrampo, y 200gr/l de miel de abeja y 80gr/l de ayrampo. Todos estos tratamientos pertenecen al grupo "a". Los tratamientos con 0gr/l de miel de abeja y varios niveles de ayrampo, así como 200gr/l de miel de abeja y 0gr/l de ayrampo, muestran los promedios más bajos de sabor del licor de caña. Estos tratamientos se dividen en grupos "e" y "f", información que también se aprecia en la figura (4).

Figura 4

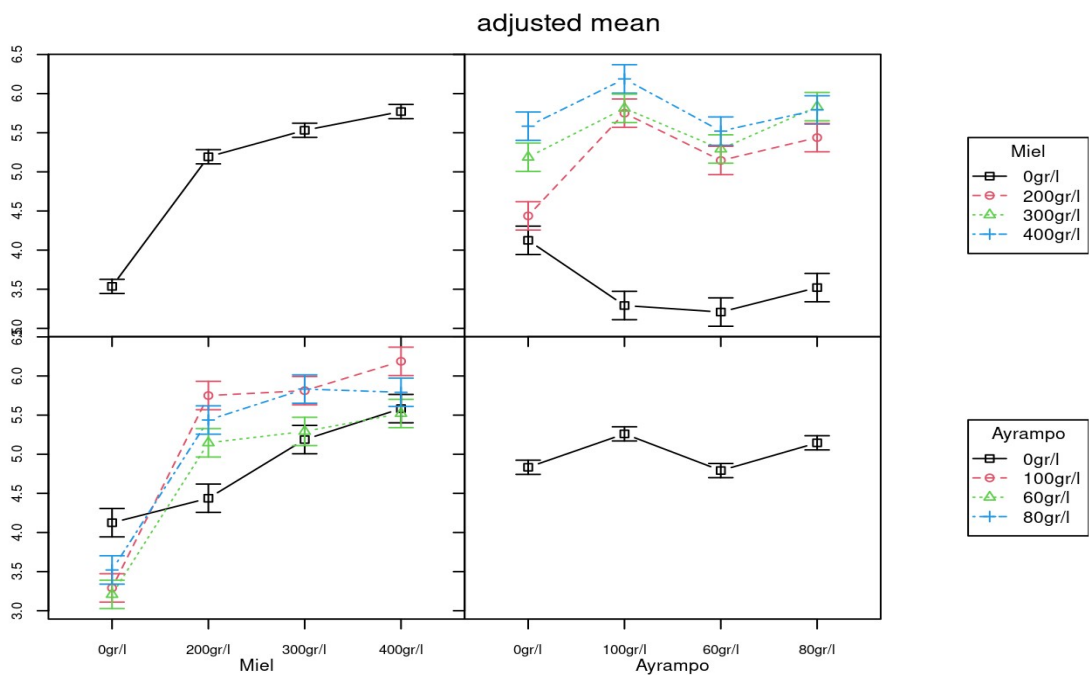
Promedio de puntaje alcanzado en la característica organoléptica de sabor del licor de caña con adición de ayrampo (Opuntia apurimacensis) + miel de abeja



Nota. Elaboración propia

Figura 5

Interacción de promedio de puntaje alcanzado en la característica organoléptica de sabor del licor de caña con adición de ayrampo + miel de abeja



Nota. Elaboración propia

La figura (5) muestra la Interacción entre los Promedio (puntaje) de puntaje alcanzado en la característica organoléptica de sabor del licor de caña con adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) + miel de abeja, en ella se muestra que El gráfico que me enviaste muestra los resultados de un estudio experimental sobre el efecto de la adición de ayrampo y miel de abeja en el sabor del licor de caña. El gráfico muestra que el sabor del licor de caña mejora con la adición de ayrampo y miel de abeja. El eje X del gráfico representa la cantidad de ayrampo añadida al licor de caña, en gramos por litro. El eje Y representa la cantidad de miel de abeja añadida al licor de caña, en gramos por litro. El sabor del licor de caña se representa por un punto en el gráfico. Cada punto representa el Promedio (puntaje) de los puntajes de sabor asignados por un panel de jueces. El gráfico muestra que el sabor del licor de caña mejora a medida que aumenta la cantidad de ayrampo y miel de abeja añadida. El licor de caña con la mayor cantidad de ayrampo y miel de abeja (60 gramos de ayrampo y 400 gramos de miel de abeja por litro) tiene un sabor de 5,5. El licor de caña con la menor cantidad de ayrampo y miel de abeja (10 gramos de ayrampo y 200 gramos de miel de abeja por litro) tiene un sabor de 5,0. Los resultados del estudio sugieren que el ayrampo y la miel de abeja son ingredientes prometedores para mejorar el sabor del licor de caña. La adición de ayrampo y miel de abeja puede ayudar a que el licor de caña tenga un sabor más complejo y agradable, lo que puede ser deseable para algunos consumidores.

5.1.3. Ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja en el olor del licor de caña

En este apartado se evalúa el efecto de la adición de ayrampo y miel de abeja en la característica organoléptica olor del Aguardiente de caña de azúcar en el distrito de Abancay, para ello se ha realizado la prueba de normalidad y la prueba de homocedasticidad a la variable olor para garantizar la objetividad de los resultados obtenidos en el análisis de varianza:

- Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk): $W = 1$, $p\text{-value} = 6e-12$. El valor de W es 1, lo que sugiere un ajuste perfecto a la distribución normal, y el valor p es $6e-12$, lo que indica que la probabilidad de obtener este resultado bajo la suposición de que los datos se distribuyen normalmente es extremadamente baja.
- Prueba de homocedasticidad (Homogeneidad de varianza): $\text{Chisquare} = 13.5$, $Df = 1$, $p = 2e-04$. El valor de chi-cuadrado es 13.5 y el valor p asociado es $2e-04$. Un valor p tan pequeño indica que la probabilidad de obtener este resultado, asumiendo que las varianzas son iguales (hipótesis nula), es baja.

Tabla 16

*Promedio de puntaje alcanzado en la característica organoléptica de olor del licor de caña con adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) + miel de abeja*

Promedio - olor ayrampo	miel de abeja				Promedio	Desv. Est.
	0gr/l	200gr/l	300gr/l	400gr/l		
0gr/l	4.73	5.04	5.50	5.50	5.19	1.15
100gr/l	3.71	5.81	5.81	5.85	5.30	1.40
60gr/l	4.02	5.38	5.60	5.73	5.18	1.21
80gr/l	4.06	5.54	5.79	5.77	5.29	1.37
Promedio	4.13	5.44	5.68	5.71	5.24	1.28
Desv. Est.	1.31	1.04	0.99	1.08	1.28	0.00

Nota. Elaboración propia

La tabla (16) muestra el promedio de puntaje alcanzado en la evaluación organoléptica de olor del licor de caña con adición de ayrampo + miel de abeja (Tratamientos) aplicada a 16 panelistas semi-entrenados, los resultados muestran que el ayrampo y la miel de abeja mejoran el olor del Aguardiente de caña de azúcar. El promedio de las puntuaciones de olor aumentó de 4.06 en el grupo de control sin

ayrampo ni miel de abeja a 5.5 en el grupo con 80 gramos por litro de ayrampo y 400 gramos por litro de miel de abeja. La desviación estándar también disminuyó a medida que aumentaba la cantidad de ayrampo y miel de abeja, esto indica que las puntuaciones de olor fueron más consistentes en los grupos con mayor contenido de ayrampo y miel de abeja, es decir los resultados del estudio sugieren que el ayrampo y la miel de abeja son aditivos eficaces para mejorar el olor del Aguardiente de caña de azúcar.

Tabla 17

Análisis de varianza (5% de confianza) de olor del licor de caña con adición de ayrampo (Opuntia apurimacensis) + miel de abeja

F de V	GL	SC	CM	Fc	P valor	Sig.
miel	3	324	108.0	90.85	< 2e-16	**
ayrampo	3	2	0.7	0.62	0.6	NS
miel:ayrampo	9	46	5.1	4.29	1.9e-05	**
Error	752	894	1.2			
Total	767					
CV (%)	20.8				Promedio	5.24

Nota. Elaboración propia

** : Altamente significativo (99.9% de confiabilidad), NS : No significativa

La tabla (17) muestra el análisis de varianza al 5% de confianza de los promedios del puntaje alcanzado en la evaluación organoléptica de la variable olor del licor de caña con adición de ayrampo + miel de abeja aplicado a 16 panelistas semi-entrenados, en ella se observa tanto la miel como la interacción entre la miel y el ayrampo (P valor de < 2e-16 (**) y 1.9e-05 (**)) respectivamente) tienen efectos altamente significativos en la variabilidad del olor del licor de caña, mientras que el efecto del ayrampo (P valor de 0.6 > a 0.05) no es significativo en este contexto. El coeficiente de variación es 20.8 y un promedio general de 5.24.

Tabla 18

Comparación múltiple de Tukey de olor del licor de caña con adición de miel de abeja

Tratamiento	Promedio (puntaje)	Grupo
400gr/l	5.71	a
300gr/l	5.68	a
200gr/l	5.44	a
0gr/l	4.13	b

Nota. Elaboración propia

La tabla (18) presenta la comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de olor del licor de caña con adición de miel de abeja como consecuencia del análisis realizado en la tabla (17), en ella se muestra que el tratamiento con 400gr/l de adición de miel de abeja tiene un Promedio (puntaje) de olor de licor de caña de 5.71 y se le asigna la letra 'a', al igual que el tratamiento con 300gr/l de adición de miel de abeja tiene un Promedio (puntaje) de olor de licor de caña de 5.68 y se le asigna la letra 'a' y el tratamiento con 200gr/l de adición de miel de abeja tiene un Promedio (puntaje) de olor de licor de caña de 5.44 y se le asigna la letra 'a', lo que sugiere que no hay diferencia significativa en el olor entre este tratamiento y los tratamientos anteriores, sin embargo el tratamiento sin adición de miel de abeja (0gr/l) tiene un Promedio (puntaje) de olor de licor de caña de 4.13 y se le asigna la letra 'b', lo que indica que es significativamente menor en términos de olor en comparación con los tratamientos con adición de miel de abeja, es decir, los resultados indican que la adición de miel de abeja al licor de caña tiene un efecto significativo en el olor, con diferencias significativas entre el tratamiento.

Tabla 19

*Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de olor del licor de caña con adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) + miel de abeja*

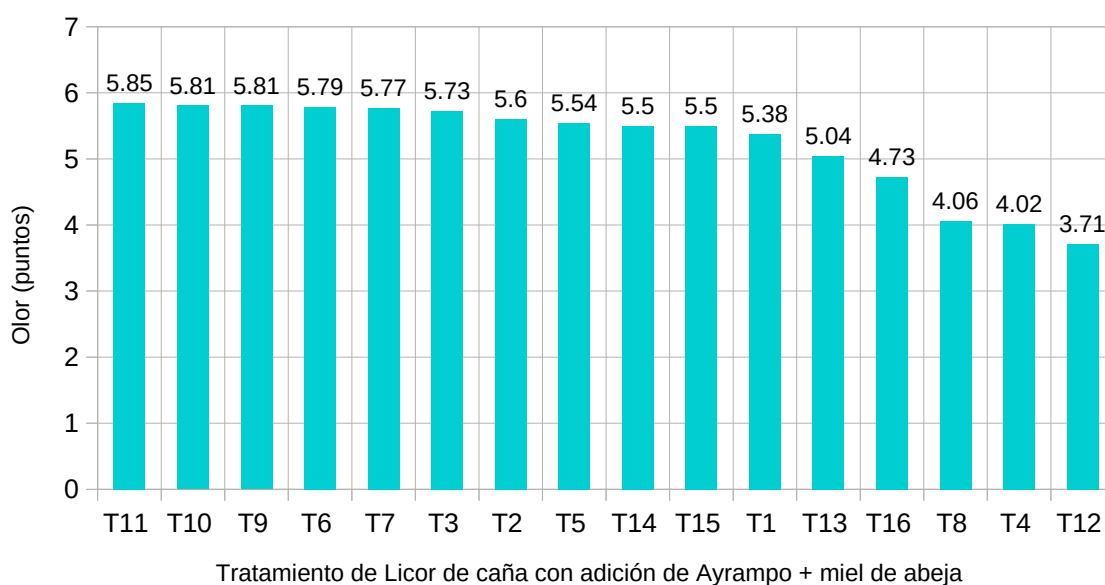
Tratamiento	miel de abeja	ayrampo	Promedio (puntaje)	Grupo
T11	400gr/l	100gr/l	5.85	a
T10	200gr/l	80gr/l	5.81	a
T9	200gr/l	100gr/l	5.81	a
T6	300gr/l	80gr/l	5.79	ab
T7	300gr/l	100gr/l	5.77	ab
T3	400gr/l	60gr/l	5.73	ab
T2	300gr/l	60gr/l	5.6	ab
T5	400gr/l	80gr/l	5.54	ab
T14	300gr/l	0gr/l	5.5	ab
T15	400gr/l	0gr/l	5.5	ab
T1	200gr/l	60gr/l	5.38	abc
T13	0gr/l	80gr/l	5.04	bc
T16	0gr/l	0gr/l	4.73	cd
T8	200gr/l	0gr/l	4.06	de
T4	0gr/l	60gr/l	4.02	de
T12	0gr/l	100gr/l	3.71	e

Nota. Elaboración propia

La tabla (19) presenta la comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de olor del licor de caña con adición de miel de abeja + ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) como consecuencia del análisis realizado en la tabla (17), en ella se muestra que los tratamientos con 400gr/l y 200gr/l de miel de abeja con 100gr/l de ayrampo tienen los promedios más altos de olor del licor de caña, seguidos por los tratamientos con 300gr/l de miel de abeja y 80gr/l de ayrampo, y 200gr/l y 300gr/l de miel de abeja con 100gr/l de ayrampo. Los tratamientos con 0gr/l de miel de abeja y varios niveles de ayrampo tienen los promedios más bajos de olor del licor de caña y se dividen en grupos "c", "d", and "e". Información que también se aprecia en la figura (6).

Figura 6

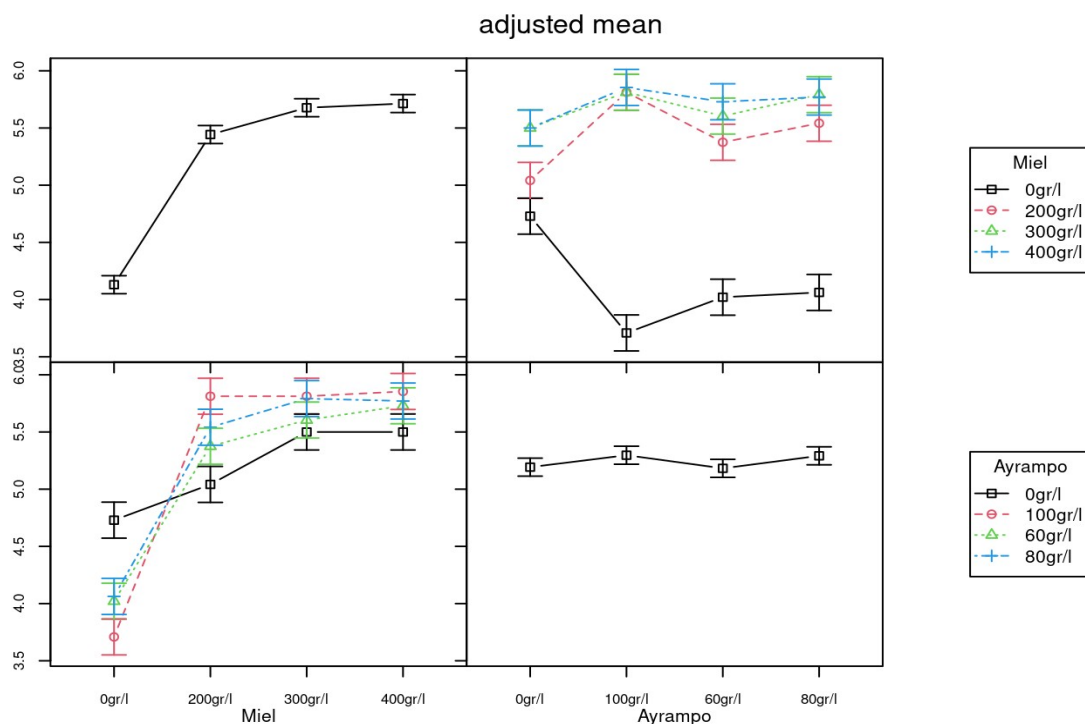
Promedio de puntaje alcanzado en la característica organoléptica de olor del licor de caña con adición de ayrampo (Opuntia apurimacensis) + miel de abeja



Nota. Elaboración propia

Figura 7

Interacción de promedio de puntaje alcanzado en la característica organoléptica de olor del licor de caña con adición de ayrampo + miel de abeja



Nota. Elaboración propia

La figura (7) muestra la Interacción entre los Promedio (puntaje) de puntaje alcanzado en la característica organoléptica de olor del licor de caña con adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) + miel de abeja, en ella se muestra que el aroma del licor de caña mejora con la adición de ayrampo y miel de abeja. El eje X del gráfico representa la cantidad de ayrampo añadida al licor de caña, en gramos por litro. El eje Y representa la cantidad de miel de abeja añadida al licor de caña, en gramos por litro. El aroma del licor de caña se representa por un punto en el gráfico. Cada punto representa el Promedio (puntaje) de los puntajes de aroma asignados por un panel de jueces. El gráfico muestra que el aroma del licor de caña mejora a medida que aumenta la cantidad de ayrampo y miel de abeja añadida. El licor de caña con la mayor cantidad de ayrampo y miel de abeja (60 gramos de ayrampo y 400 gramos de miel de abeja por litro) tiene un aroma de 5,5. El licor de caña con la menor cantidad de ayrampo y miel de abeja (10

gramos de ayrampo y 200 gramos de miel de abeja por litro) tiene un aroma de 5,0. Los resultados del estudio sugieren que el ayrampo y la miel de abeja son ingredientes prometedores para mejorar el aroma del licor de caña. La adición de ayrampo y miel de abeja puede ayudar a que el licor de caña tenga un aroma más complejo y agradable, lo que puede ser deseable para algunos consumidores.

5.1.4. Ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja en los grados brix del licor de caña

5.1.4.1. Grados brix sin jarabeo

En este apartado se evalúa el efecto de la adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja en los grados brix del Aguardiente de caña de azúcar en el distrito de Abancay, para ello se ha realizado la prueba de normalidad y la prueba de homocedasticidad a la variable Grados brix sin jarabeo para garantizar la objetividad de los resultados obtenidos en el análisis de varianza:

- Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk): $W = 1$, $p\text{-value} = 0.06$. El valor de W se da como 1 y el valor de p es 0.06. Dado que el valor de p (0.06) es mayor que 0.05, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de que los datos provienen de una distribución normal. En términos simples, esto indica que los datos podrían seguir una distribución normal.
- Prueba de homocedasticidad (Homogeneidad de varianza): $\text{Chisquare} = 0.214$, $Df = 1$, $p = 0.6$. El resultado indica que el valor de Chi-cuadrado es 0.214, con 1 grado de libertad ($Df = 1$), y un valor de p de 0.6. Dado que el valor de p (0.6) es mayor que el nivel de significancia comúnmente utilizado de 0.05, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula.

Tabla 20

*Promedio de grados brix sin jarabeo para diferentes tratamientos del licor de caña con adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) + miel de abeja*

Promedio - grados brix sin jarabeo	miel de abeja				Promedio	Desv. Est.
	0gr/l	200gr/l	300gr/l	400gr/l		
0gr/l	14.00	27.67	30.00	35.67	26.83	8.32
100gr/l	15.67	28.67	29.33	40.67	28.58	9.37
60gr/l	14.67	26.00	28.00	33.33	25.50	7.24
80gr/l	14.00	37.33	36.00	38.67	31.50	10.66
Promedio	14.58	29.92	30.83	37.08	28.10	8.99
Desv. Est.	1.44	4.72	3.46	3.09	8.99	0.00

Nota. Elaboración propia

La tabla (20) muestra el promedio de grados brix sin jarabeo de los diferentes tratamientos del licor de caña con adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) + miel de abeja (Tratamientos), en ella se observa que la adición de ayrampo y miel de abeja aumenta el contenido de azúcar de licor de caña. El tratamiento con cantidad de ayrampo (100 gramos por litro) y miel de abeja (400 gramos por litro) produjo un licor de caña con un contenido de azúcar de 40.67 grados brix. Seguido por el tratamiento con 80 gramos de ayrampo y 400 gramos de miel de abeja (38.67 grados brix) y el tratamiento sin ayrampo ni miel de abeja (14 grados brix).

Tabla 21

Análisis de varianza (5% de confianza) de grados brix sin jarabeo del licor de caña con adición de ayrampo (Opuntia apurimacensis) + miel de abeja

F de V	GL	SC	CM	Fc	P valor	Sig.
miel	3	3290	1097	578.5	< 2e-16	**
Ayrampo	3	242	81	42.5	2.8e-11	**
miel:ayrampo	9	202	22	11.8	6.2e-08	**
Error	32	61	2			
Total	47					
CV (%)	1.41				Promedio	28.11

Nota. Elaboración propia

** : Altamente significativo (99.9% de confiabilidad)

La tabla (21) muestra el análisis de varianza al 5% de confianza de los promedios de la variable grados brix sin jarabeo de los diferentes tratamientos del licor de caña con adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) + miel de abeja, en ella se observa que el factor miel tiene un efecto significativo en el contenido de azúcar de licor de caña, con un valor de $p < 2e-16$, lo que significa que a medida que aumenta la cantidad de miel agregada, también aumenta el contenido de azúcar de licor de caña. El tratamiento con la mayor cantidad de miel (400 gramos por litro) produjo el licor de caña con el contenido de azúcar más alto (35.67 grados brix). El factor ayrampo también tiene un efecto significativo en el contenido de azúcar de licor de caña, con un valor de $p = 2.80E-11$, lo que significa que a medida que aumenta la cantidad de ayrampo agregada, también aumenta el contenido de azúcar de licor de caña. El tratamiento con la mayor cantidad de

ayrampo (80 gramos por litro) produjo el licor de caña con el contenido de azúcar más alto (35.67 grados brix). El factor de interacción entre miel y ayrampo también tiene un efecto significativo en el contenido de azúcar de licor de caña, con un valor de $p = 6.20E-08$, lo que significa que el efecto de la miel en el contenido de azúcar de licor de caña es mayor cuando también se agrega ayrampo. El coeficiente de variación es 1.41 y un promedio general de 28.11.

Tabla 22

Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de grados brix sin jarabeo del licor de caña con adición de miel de abeja

Tratamiento	Promedio	Grupo
400gr/l	37.1	a
300gr/l	30.8	b
200gr/l	29.9	b
0gr/l	14.6	c

Nota. Elaboración propia

La tabla (22) presenta la comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de grados brix sin jarabeo de los diferentes tratamientos del licor de caña con adición de miel de abeja como consecuencia del análisis realizado en la tabla (21), en ella se muestra que el grupo "a" tiene el promedio más alto (37.1), seguido por los grupos "b" (30.8 y 29.9), y luego el grupo "c" con el promedio más bajo (14.6). Por lo tanto, se puede concluir que la adición de miel de abeja afecta significativamente los grados brix del licor de caña, y las cantidades específicas de miel de abeja (400gr/l, 300gr/l, 200gr/l y 0gr/l) tienen un impacto diferente en los grados brix del licor de caña.

Tabla 23

Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de grados brix sin jarabeo del licor de caña con adición de ayrampo (Opuntia apurimacensis)

Tratamiento	Promedio	Grupo
80gr/l	31.5	a
100gr/l	28.6	b
0gr/l	26.8	c
60gr/l	25.5	c

Nota. Elaboración propia

La tabla (23) presenta la comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de grados brix sin jarabeo de los diferentes tratamientos del licor de caña con adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) como consecuencia del análisis realizado en la tabla (21), en ella se muestra que el grupo "a" tiene el promedio más alto (31.5), seguido por el grupo "b" (28.6) y luego los grupos "c" (26.8 y 25.5). Por lo tanto, se puede concluir que la adición de ayrampo tiene un impacto significativo en los grados brix del licor de caña. Además, las cantidades específicas de ayrampo (80gr/l, 100gr/l, 0gr/l y 60gr/l) tienen un impacto diferencial en los grados brix del licor de caña.

Tabla 24

Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) con dos factores de grados brix sin jarabeo del licor de caña con adición de ayrampo + miel de abeja

Tratamiento	miel de abeja	ayrampo	Promedio	Grupo
T11	400gr/l	100gr/l	40.7	a
T7	300gr/l	100gr/l	38.7	ab
T5	400gr/l	80gr/l	37.3	abc
T6	300gr/l	80gr/l	36	bc
T15	400gr/l	0gr/l	35.7	bc
T3	400gr/l	60gr/l	33.3	cd
T14	300gr/l	0gr/l	30	de
T10	200gr/l	80gr/l	29.3	de
T9	200gr/l	100gr/l	28.7	e
T2	300gr/l	60gr/l	28	e
T13	0gr/l	80gr/l	27.7	e
T1	200gr/l	60gr/l	26	e
T12	0gr/l	100gr/l	15.7	f
T4	0gr/l	60gr/l	14.7	f
T16	0gr/l	0gr/l	14	f
T8	200gr/l	0gr/l	14	f

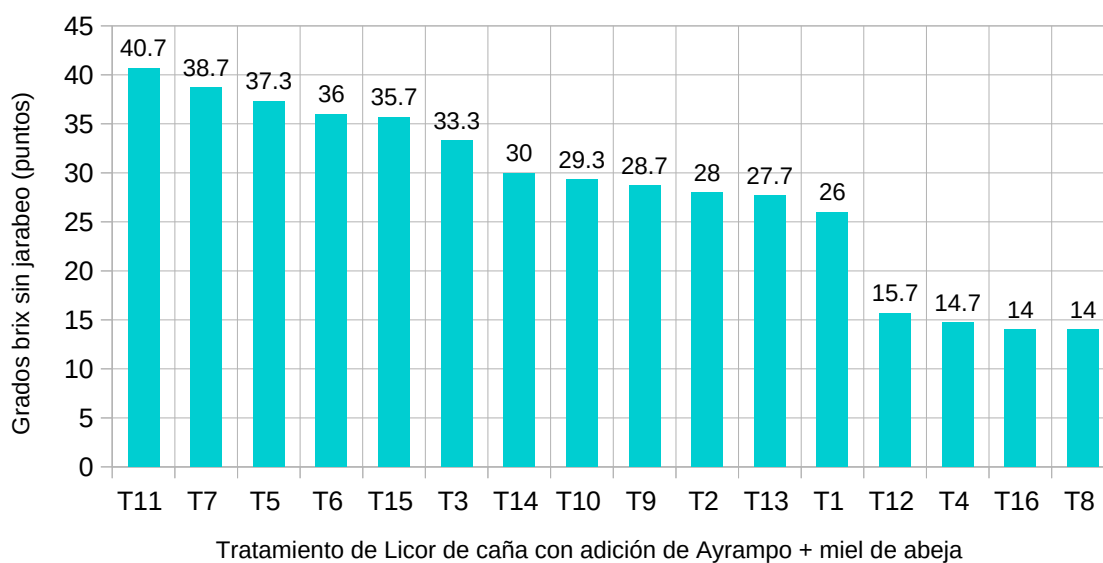
Nota. Elaboración propia

La tabla (24) presenta la comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de grados brix sin jarabeo de los diferentes tratamientos del licor de caña con adición de miel de abeja + ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) como consecuencia del análisis realizado en la tabla (21), en ella se muestra que los tratamientos con 400 g/l de miel de abeja y 100 g/l de ayrampo tienen un promedio de 40,7 grados brix, que es significativamente mayor que los otros tratamientos. El tratamiento con 300 g/l de miel de abeja y 80 gr/l de

ayrampo tiene un promedio de 36 grados brix, que es significativamente mayor que los tratamientos con 300 g/l de miel de abeja o 0 g/l de ayrampo. El tratamiento con 0 gr/l de miel de abeja y 0 g/l de ayrampo tiene un promedio de 14 grados brix, que es significativamente menor que todos los demás tratamientos. Se aprecia en la figura (8).

Figura 8

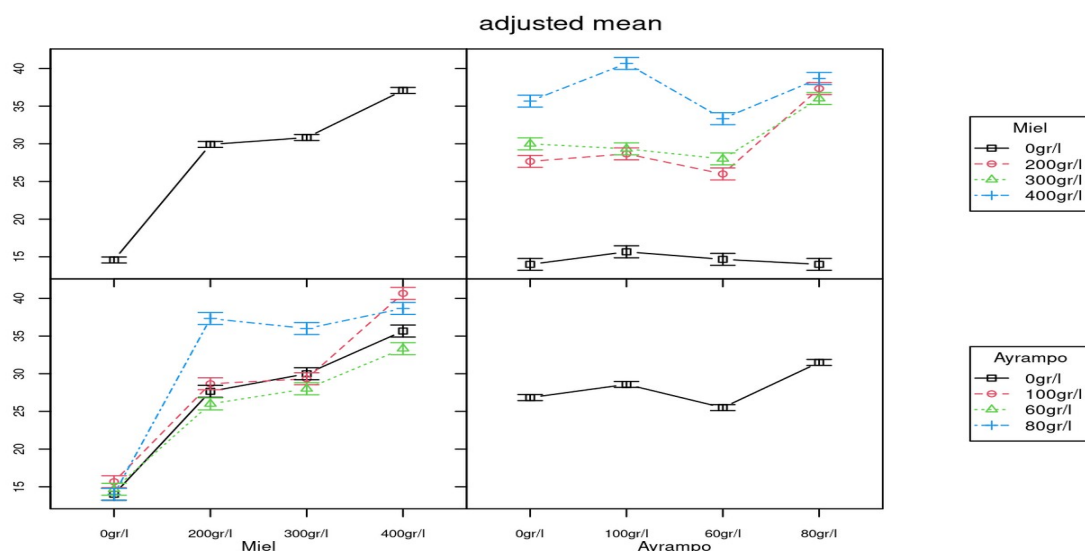
Promedio de grados brix sin jarabeo del licor de caña con adición de ayrampo (Opuntia apurimacensis) + miel de abeja



Nota. Elaboración propia

Figura 9

Interacción de promedio de grados brix sin jarabeo del licor de caña con adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) + miel de abeja



Nota. Elaboración propia

La figura (9) muestra la Interacción entre los promedio de grados brix sin jarabeo de los diferentes tratamientos del licor de caña con adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) + miel de abeja, en ella se muestra que los tratamientos con 400 g/l de miel de abeja + 100 g/l de ayrampo tienen el promedio más alto, seguido de los tratamientos con 400 g/l de miel de abeja y 80 g/l de miel de abeja. Los tratamientos con 0 g/l de ayrampo y 0 gr/ miel de abeja tienen el promedio más bajo. Las líneas de la figura muestran la tendencia de los grados brix a medida que aumenta la cantidad de miel de abeja o ayrampo. La línea de miel de abeja es más inclinada que la línea de ayrampo, lo que indica que la miel de abeja tiene un efecto mayor.

5.1.4.2. Grados brix con jarabeo

En este apartado se evalúa el efecto de la adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja en los grados brix del Aguardiente de caña de azúcar en el distrito de Abancay, para ello se ha realizado la prueba de normalidad y la prueba de homocedasticidad a la variable grados brix con jarabeo para garantizar la objetividad de los resultados obtenidos en el análisis de varianza:

- Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk): $W = 1$, $p\text{-value} = 0.6$. El valor de W indica cuán cerca están los datos de ajustarse a una distribución normal. El rango de valores de W está entre 0 y 1, donde 1 indica un ajuste perfecto a la distribución normal. Por lo tanto, un valor de W de 1 sugiere que los datos se ajustan perfectamente a una distribución normal.
- Prueba de homocedasticidad (Homogeneidad de varianzas): $\text{Chisquare} = 15.3$, $Df = 1$, $p = 9e-05$. Basándonos en los resultados de la prueba de homocedasticidad, podemos interpretar que hay una diferencia significativa en las varianzas de los grupos analizados, lo que implica que no se cumple la condición de homocedasticidad. Esto puede tener implicaciones importantes en el análisis de datos y puede requerir ajustes en el enfoque analítico.

Tabla 25

*Promedio de grados brix con jarabeo para diferentes tratamientos del licor de caña con adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) + miel de abeja*

Promedio - grados brix con jarabeo	miel de abeja				Promedio	Desv. Est.
	0gr/l	200gr/l	300gr/l	400gr/l		
ayrampo						
0gr/l	14.90	14.17	14.73	15.30	14.78	0.59
100gr/l	15.50	15.17	15.37	15.23	15.32	0.21
60gr/l	15.07	15.17	15.00	14.67	14.98	0.35
80gr/l	15.53	14.67	15.33	14.47	15.00	0.60
Promedio	15.25	14.79	15.11	14.92	15.02	0.49
Desv. Est.	0.33	0.62	0.32	0.55	0.49	0.00

Nota. Elaboración propia

La tabla (25) muestra el promedio de grados brix con jarabeo de los diferentes tratamientos del licor de caña con adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) + miel de abeja (Tratamientos), en ella se observa que la adición de ayrampo y miel de abeja aumenta el contenido de azúcar de licor de caña. El tratamiento con cantidad de ayrampo (100 gramos por litro) y miel de abeja (400 gramos por litro) produjo un licor de caña con un contenido de azúcar de 40.67 grados brix. Seguido por el tratamiento con 80 gramos de ayrampo y 400 gramos de miel de abeja (38.67 grados brix) y el tratamiento sin ayrampo ni miel de abeja (14 grados brix).

Tabla 26

Análisis de varianza (5% de confianza) de grados brix con jarabeo del licor de caña con adición de ayrampo (Opuntia apurimacensis) + miel de abeja

F de V	GL	SC	CM	Fc	P valor	Sig.
miel	3	1.48	0.494	3.44	0.028	*
ayrampo	3	1.81	0.602	4.19	0.013	*
miel:ayrampo	9	3.50	0.389	2.71	0.018	*
Error	32	4.60	0.144			
Total	47					
CV (%)	2.52				Promedio	15

Nota. Elaboración propia

* : Altamente significativo (95% de confiabilidad)

La tabla (26) muestra el análisis de varianza al 5% de confianza de los promedios de la variable grados brix con jarabeo de los diferentes tratamientos del licor de caña con adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) + miel de abeja, en ella se observa que el valor de p para el factor miel es 0,028, que es menor que el nivel de significancia de 0,05, por lo tanto, podemos concluir que la adición miel de abeja al licor de caña con jarabeo aumenta significativamente los grados brix. El valor de p para el factor ayrampo es 0,013, que también es menor que el nivel de significancia de 0,05, por lo tanto, podemos concluir que el tipo de ayrampo también tiene un efecto significativo en los grados brix y el valor de p para la interacción entre los factores "miel" y "ayrampo" es 0,018, y es menor que el nivel de significancia de 0,05, por lo tanto, podemos concluir que el tipo de ayrampo y la adición de miel de abeja tienen un efecto positivo en los grados brix.

Tabla 27

Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de grados brix con jarabeo del licor de caña con adición de miel de abeja

Tratamiento	Promedio	Grupo
0gr/l	15.2	a
300gr/l	15.1	ab
400gr/l	14.9	ab
200gr/l	14.8	b

Nota. Elaboración propia

La tabla (27) presenta la comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de grados brix con jarabeo de los diferentes tratamientos del licor de caña con adición de

miel de abeja como consecuencia del análisis realizado en la tabla (26), en ella se muestra que los tratamientos con 300 y 400 g/l de miel de abeja no son significativamente diferentes entre sí. Ambos tratamientos tienen un promedio de 15,2 grados brix, mientras que el tratamiento con 200 g/l de miel de abeja tiene un promedio de 14,9 grados brix. Por lo tanto, podemos concluir que la adición de 300 o 400 g/l de miel de abeja al jarabeo del licor de caña aumenta significativamente los grados brix en comparación con la adición de 200 g/l de miel de abeja.

Tabla 28

Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de grados brix con jarabeo del licor de caña con adición de ayrampo (Opuntia apurimacensis)

Tratamiento	Promedio	Grupo
100gr/l	15.3	a
80gr/l	15.0	ab
60gr/l	15.0	ab
0gr/l	14.8	b

Nota. Elaboración propia

La tabla (28) presenta la comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de grados brix con jarabeo de los diferentes tratamientos del licor de caña con adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) como consecuencia del análisis realizado en la tabla (26), en ella se muestra que los tratamientos con 100 g/l, 80 g/l y 60 g/l de ayrampo no son significativamente diferentes entre sí. Todos los tratamientos tienen un promedio de 15 grados brix. Por lo tanto, podemos concluir que la adición de ayrampo al jarabeo del licor de caña no tiene un efecto significativo en los grados brix, independientemente de la cantidad de ayrampo utilizada.

Tabla 29

Comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) con dos factores de grados brix con jarabeo del licor de caña con adición de ayrampo + miel de abeja

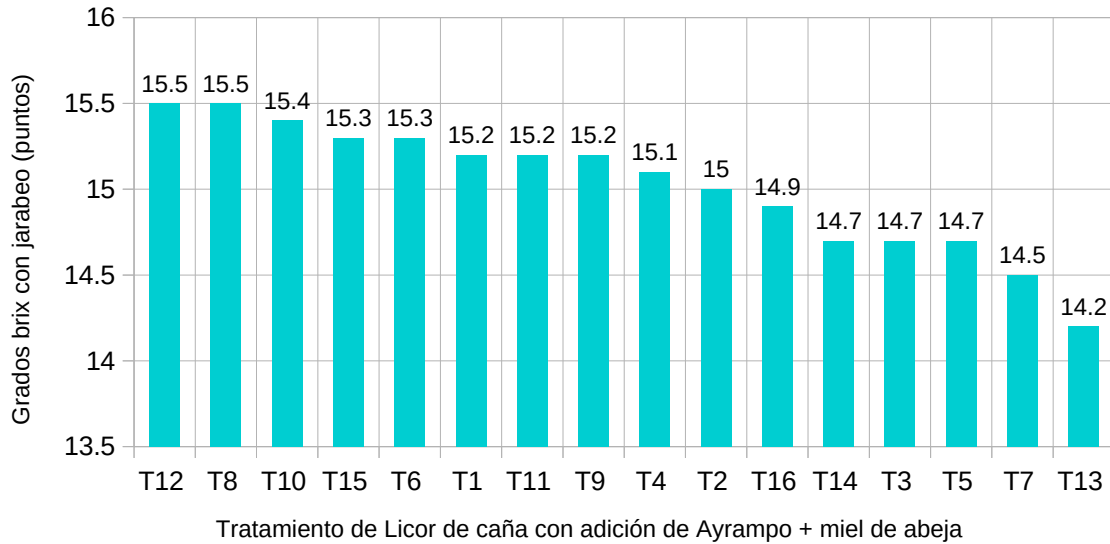
Tratamiento	miel de abeja	ayrampo (<i>Opuntia apurimacensis</i>)	Promedio	Grupo
T12	0gr/l	100gr/l	15.5	a
T8	200gr/l	0gr/l	15.5	a
T10	200gr/l	80gr/l	15.4	a
T15	400gr/l	0gr/l	15.3	a
T6	300gr/l	80gr/l	15.3	a
T1	200gr/l	60gr/l	15.2	ab
T11	400gr/l	100gr/l	15.2	ab
T9	200gr/l	100gr/l	15.2	ab
T4	0gr/l	60gr/l	15.1	ab
T2	300gr/l	60gr/l	15	ab
T16	0gr/l	0gr/l	14.9	ab
T14	300gr/l	0gr/l	14.7	ab
T3	400gr/l	60gr/l	14.7	ab
T5	400gr/l	80gr/l	14.7	ab
T7	300gr/l	100gr/l	14.5	ab
T13	0gr/l	80gr/l	14.2	b

Nota. Elaboración propia

La tabla (29) presenta la comparación múltiple de Tukey (5% de confianza) de grados brix con jarabeo de los diferentes tratamientos del licor de caña con adición de miel de abeja + ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) como consecuencia del análisis realizado en la tabla (26), en ella se muestra que los tratamientos con 0 g/l de miel de abeja y 100 g/l de ayrampo tienen un promedio de 15.5 grados brix, que es significativamente mayor que el tratamientos, con 0 g/l de miel de abeja y 80 gr/l de ayrampo con promedio de 14.2 grados brix, que es significativamente menor que los demás tratamientos, información que también se aprecia en la figura (10).

Figura 10

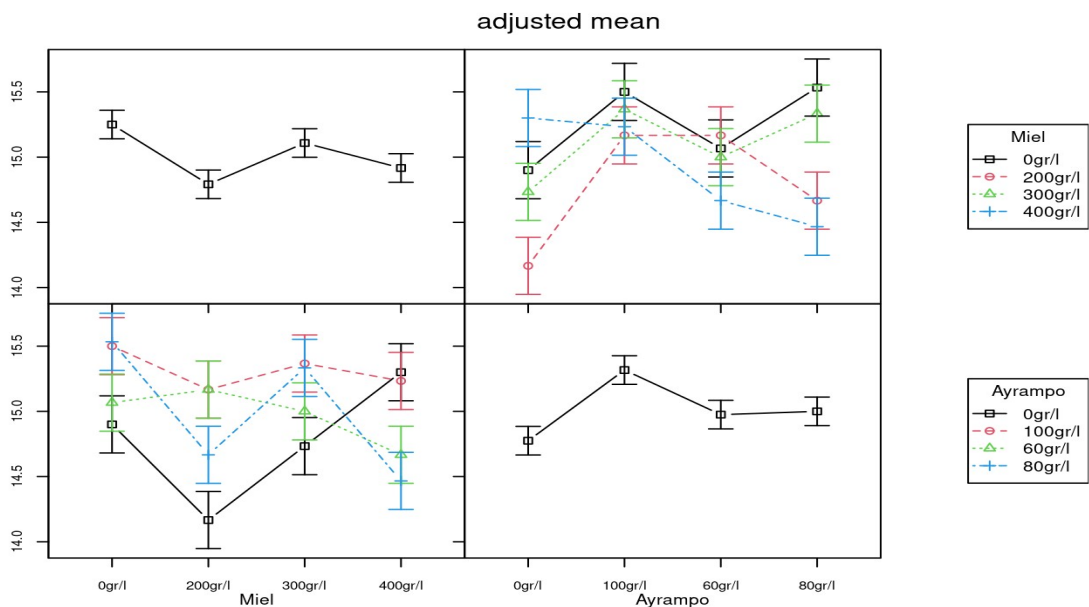
Promedio de grados brix con jarabeo del licor de caña con adición de ayrampo (Opuntia apurimacensis) + miel de abeja



Nota. Elaboración propia

Figura 11

Interacción de promedio de grados brix con jarabeo del licor de caña con adición de ayrampo (Opuntia apurimacensis) + miel de abeja



Nota. Elaboración propia

La figura (11) muestra la Interacción entre los promedio de grados brix con jarabeo de los diferentes tratamientos del licor de caña con adición de ayrampo (*Opuntia*

apurimacensis) + miel de abeja, en ella se muestra que la adición de miel de abeja y ayrampo al licor de caña con jarabeo aumenta significativamente los grados brix. La miel de abeja tiene un efecto mayor que el ayrampo, y la combinación de ambos ingredientes tiene el efecto más pronunciado.

5.2. Discusión

El presente trabajo de investigación sobre la adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja en las características organolépticas del licor de caña comparte similitudes y diferencias con otros estudios que han evaluado la incorporación de ingredientes naturales en la elaboración de bebidas alcohólicas. Un estudio relevante es el de Vicuña (2019), quien se centró en la producción de una bebida artesanal utilizando miel de abeja y fruta capulí. A pesar de que ambos trabajos coinciden en la exploración de ingredientes locales y naturales como la miel de abeja, el enfoque y los ingredientes clave difieren considerablemente, lo que resalta la diversidad de resultados obtenidos.

Vicuña (2019) utilizó un enfoque cuasi-experimental y empleó un proceso biológico de fermentación en ausencia de oxígeno. Su investigación evaluó los efectos de la miel y el capulí en una bebida artesanal de baja graduación alcohólica, lo que le permitió obtener una bebida con alta aceptación sensorial, especialmente en términos de sabor y aroma. En contraste, nuestra investigación empleó un diseño experimental, donde se evaluó el impacto de la adición de ayrampo y miel en cuatro niveles de concentración. Mientras Vicuña Aguaiza empleó un proceso de fermentación, nuestro estudio utilizó un proceso de maceración por 30 días, lo que da lugar a una bebida alcohólica con características organolépticas más intensas debido a la concentración de ingredientes.

Ambos estudios compartieron la metodología de evaluación mediante degustación sensorial. En el caso de Vicuña Aguaiza, los degustadores fueron docentes de una escuela de gastronomía, mientras que en nuestro estudio se utilizó un panel de 15

panelistas semientrenados. Los resultados de ambos estudios coinciden en que la adición de ingredientes naturales como la miel mejora significativamente el perfil sensorial de las bebidas. Sin embargo, nuestro estudio demostró que la combinación de 400 gramos por litro de miel de abeja y 100 gramos por litro de ayrampo fue la más apreciada en términos de sabor, aroma y dulzura, superando a los tratamientos con menores concentraciones de ambos ingredientes.

Una diferencia importante entre los dos trabajos es el ingrediente principal utilizado. Mientras Vicuña Aguaiza utilizó capulí, una fruta tradicional, nuestro estudio introdujo el ayrampo, una planta autóctona de los Andes con propiedades antioxidantes. Esta diferencia en los insumos refleja la importancia de explorar nuevas fuentes locales y autóctonas para enriquecer la oferta de bebidas alcohólicas, mostrando que tanto el capulí como el ayrampo pueden ofrecer alternativas innovadoras para los consumidores que buscan productos diferenciados y con valor agregado.

Finalmente, ambos estudios concluyen que la combinación adecuada de ingredientes naturales puede dar lugar a productos novedosos e innovadores, con alto potencial de aceptación en el mercado. En nuestro caso, la adición de 100 gramos de ayrampo y 400 gramos de miel de abeja por litro resultó ser la combinación más efectiva, no solo en términos de sabor, sino también en el color y el aroma, lo que sugiere que este tratamiento puede ser una opción viable para la producción de un licor de caña de alta calidad.

Así, mientras Vicuña Aguaiza (2019) demostró el éxito de combinar miel y capulí en la creación de una bebida artesanal, nuestro trabajo amplía las posibilidades con el uso de ayrampo, ofreciendo una nueva perspectiva sobre el valor de los recursos locales en la industria de bebidas alcohólicas.

VI. Conclusiones

- En cuanto al color del licor de caña, se demostró que la adición de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y miel de abeja influye significativamente en la intensidad cromática del producto final. Los tratamientos que utilizaron 100 gramos de ayrampo junto con 200 y 400 gramos de miel de abeja por litro produjeron un color mucho más profundo y atractivo, lo que indica una fuerte sinergia entre estos ingredientes para intensificar el color natural del licor. Los tratamientos con 80 gramos de ayrampo y cantidades variables de miel también presentaron colores notables, aunque menos intensos que aquellos con mayores concentraciones de ayrampo. Los tratamientos sin miel o con bajas concentraciones resultaron en colores más pálidos, lo que sugiere que la miel también juega un papel relevante en la potenciación del color.
- Respecto al sabor del licor de caña, se concluyó que la combinación de 100 gramos de ayrampo y 400 gramos de miel de abeja por litro fue la más exitosa, ofreciendo un perfil de sabor complejo, equilibrado y agradable. El ayrampo aporta un sabor característico, ligeramente ácido y frutal, mientras que la miel de abeja complementa con dulzura natural y notas suaves que redondean el paladar. Los tratamientos con 80 gramos de ayrampo y 300 o 200 gramos de miel también presentaron perfiles de sabor favorables, aunque con menor intensidad. En comparación, los tratamientos sin miel o sin ayrampo recibieron los puntajes más bajos, lo que indica que ambos ingredientes son esenciales para mejorar el sabor del licor.
- En cuanto al aroma, los tratamientos con 100 gramos de ayrampo y 400 o 200 gramos de miel de abeja por litro mostraron los aromas más intensos y atractivos. El aroma frutal del ayrampo, potenciado por las notas dulces y florales de la miel, produjo un bouquet aromático que resaltó en las evaluaciones sensoriales. Los tratamientos con 80 gramos de ayrampo y 300 gramos de miel también tuvieron un

aroma destacable, pero menos pronunciado que los tratamientos con mayores concentraciones de ingredientes. Los tratamientos con menor cantidad de miel o sin ella resultaron en un aroma más tenue, lo que demuestra que la miel no solo contribuye al sabor, sino también al aroma general del licor.

- En lo que respecta a los grados Brix, se evidenció que la adición de 100 gramos de ayrampo y 400 gramos de miel por litro elevó considerablemente el contenido de azúcares solubles, alcanzando un promedio de 40,7 grados Brix. Este valor es indicativo de un licor con un mayor nivel de dulzura, que puede ser atractivo para consumidores que prefieren bebidas alcohólicas con un perfil dulce. Los tratamientos con 80 gramos de ayrampo y 300 gramos de miel también mostraron un incremento significativo en los grados Brix, alcanzando 36 grados, lo que los coloca por encima de otros tratamientos. En cambio, los tratamientos que no incorporaron miel ni ayrampo presentaron grados Brix mucho más bajos, con un promedio de 14, lo que sugiere un licor más seco y menos dulce, menos apreciado por el panel de degustación.

VII. Recomendaciones

- Considerando los resultados obtenidos, se recomienda priorizar la proporción de 400 gramos de miel de abeja y 100 gramos de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) por litro en el proceso de producción de licor de caña. Esta combinación ha demostrado ofrecer los mejores resultados en términos de sabor, color, aroma y grados Brix, lo que la convierte en la opción más favorable para la elaboración de un licor de calidad superior.
- Para seguir mejorando las características organolépticas del licor, se sugiere realizar pruebas experimentales con diferentes proporciones de ayrampo y miel de abeja. Esto permitirá explorar variaciones en el perfil sensorial y podría llevar a la identificación de combinaciones que ofrezcan cualidades sensoriales destacadas, además de ampliar las opciones de diversificación del producto.
- Dado el impacto de los grados Brix en la calidad final del licor, se recomienda implementar un control riguroso durante el proceso de producción para asegurar la consistencia en la concentración de azúcares solubles. Un monitoreo preciso ayudará a mantener una calidad uniforme en cada lote producido, optimizando la experiencia sensorial y la percepción del producto por parte de los consumidores.
- Es recomendable ampliar las investigaciones para evaluar cómo la combinación de ayrampo y miel de abeja afecta otros aspectos del licor de caña, como su estabilidad, propiedades fisicoquímicas y posibles beneficios para la salud. Este conocimiento permitirá perfeccionar aún más el producto y desarrollar estrategias innovadoras en su elaboración.
- Antes de iniciar una producción a mayor escala, es fundamental realizar un análisis de mercado detallado. Este estudio proporcionará información valiosa sobre la aceptación del licor por parte de los consumidores y permitirá evaluar la viabilidad comercial del producto. Con esta información, se podrán ajustar las estrategias de marketing y distribución para maximizar el éxito en el mercado.

VIII. Referencias

- Alcívar Vela, J. E. (2021). *Evaluación del color y sensometría de una bebida alcohólica macerada con Theobroma cacao L. y miel de abeja*. Quevedo: Ecuador.
- Arotoma, V. R. (2010). *El ayrampo (Opuntia apurimacensis)* [Trabajo académico]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú.
- Botanico Hub. (2023, 4 de junio). *Opuntia apurimacensis*. <https://www.botanicohub.com/plant-species/opuntia-apurimacensis>
- Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., & Gallmann, P. (2008). Honey for nutrition and health: A review. *Journal of the American College of Nutrition*, 27(6), 677–689. <https://doi.org/10.1080/07315724.2008.10719745>
- Bravo, H., Valdivia, M., & Rojas, R. (2019). Caracterización fisicoquímica y funcional de frutas nativas del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 26(3), 245–252. <https://doi.org/10.15381/rpb.v26i3.16789>
- Cisneros Quispe, J. C. (2017). Desarrollo de una bebida a partir de lactosuero y gel deshidratado de tuna (*Opuntia ficus-indica*) [Tesis de grado, Universidad Nacional de Huamanga]. Ayacucho, Perú.
- Ccatamayo, J. (2018). *Aprovechamiento agroindustrial del ayrampu (Berberis sp.) en el proceso de una bebida funcional para la seguridad alimentaria* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica, Perú.
- Chauhan, V. S., & Sharma, A. (2003). Studies on organoleptic properties of food products from fresh egg and egg powder through principal component analysis. *Food/Nahrung*, 47(2), 102–105. <https://doi.org/10.1002/food.200390018>
- Eva María Martín. (2018, 15 de marzo). *¿Qué es un análisis organoléptico?* Consumoteca. <https://www.consumoteca.com/alimentacion/analisis-organoleptico/>

- FAO. (2018). *Producción y consumo de bebidas alcohólicas en América Latina*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Santiago de Chile, Chile. <https://www.fao.org>
- García Zambrano, J. L. (2011). *Valoración de la Calidad del Yogur Elaborado con Distintos Niveles de Fibra de Trigo* [Tesis de pregrado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Grández Gil, G. (2012). *Evaluación sensorial y físico-química de néctares mixtos de frutas a diferentes proporciones* [Trabajo de investigación]. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Gupta, S. (2016, 30 de diciembre). One man's quest to reinvent the wheel — the flavor wheel, that is. *NPR*. <https://www.npr.org/sections/thesalt/2016/12/30/506144786/one-mans-quest-to-reinvent-the-wheel-the-flavor-wheel-that-is>
- Hernández, C. (2019). Cómo mejorar las características organolépticas de los alimentos con ingredientes naturales. *Pilarica*, 1–9. <https://www.pilarica.es/mejorar-las-caracteristicas-organolepticas-los-alimentos-mediante-uso-ingredientes-naturales/>
- Hidrolab. (2022, 12 de octubre). ¿Qué son los grados Brix en alimentos y cuál es su importancia? <https://www.hidrolab.com/blog/que-son-los-grados-brix-en-alimentos-y-cual-es-su-importancia/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2021). *Perfil sociodemográfico del distrito de Abancay*. <https://www.inei.gob.pe>
- Jorge, P., & Troncoso, L. (2016). Antioxidant properties of the fruits *Opuntia apurimacensis* (ayrampo) and *Opuntia ficus-indica* (cactus pear). *Anales de la Facultad de Medicina*, 77(2), 105–109.
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2019). *Sensory evaluation of food: Principles and practices* (3.^a ed.). Springer. New York, NY, Estados Unidos.

- Lipa Callo, A. (2021). *Instalación de una planta de gaseosa antioxidante con infusión de ayrampo en la provincia de Canchis* [Proyecto de inversión]. Universidad Andina del Cusco. Cusco, Perú.
- López Patarroyo, O. H., & Rangel Bermeo, J. del R. (2017). *Evaluación de la adición de un fruto rojo en la producción de una bebida fermentada a base de miel (hidromiel) en la empresa Apiario los cítricos a nivel laboratorio* [Trabajo de grado]. Fundación Universidad de América. Bogotá, Colombia.
- Mayhua Mendoza, T. M. (2018). *Evaluación del efecto de la adición de ayrampo (Berberis sp.) en las características organolépticas del yogurt funcional en Acobamba-Huancavelica* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica, Perú.
- Meneses, C., & Amable, J. (2011). *Elaboración de Manjar Blanco Saborizado, utilizando Leche Concentrada por microfiltración tangencial reconstituida con Grasa Vegetal y Animal* [Proyecto de investigación]. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Mexico, G. de. (2022, 25 de mayo). *Destilados de caña, son un #OrgulloDeMéxico*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/destilados-de-cana-son-un-orgullodemexico>
- Ministerio de Salud y Deporte (Bolivia). (2022, 18 de marzo). *Ayrampu: medicina tradicional para aliviar la fiebre y otros malestares*. <https://www.minsalud.gob.bo/es/5745-ayrampu-medicina-tradicional-para-aliviar-la-fiebre-y-otros-malestares>
- Moscoso Buitrón, E. F. (2019). *Efectos de la miel de abeja en la carbonatación natural de una cerveza artesanal elaborada a partir de cebada (Hordeum vulgare) y quinoa*

- (*Chenopodium quinoa*) [Tesis de pregrado]. Universidad de las Américas. Quito, Ecuador.
- OMS. (n.d.). *Miel*. Organización Mundial de la Salud / FAO. Recuperado el 23 de enero de 2023, de <https://www.fao.org/publications/card/es/c/CA4657ES/>
- FAO. (2021). *Miel*. En *Codex Alimentarius – Normas y directrices*. <https://www.fao.org/publications/card/es/c/CA4657ES/>
- Ostolaza Nano, C. (2014). *Todos los cactus del Perú*. Ministerio del Ambiente (MINAM). Lima, Perú.
- OVANDO, L. G. (2018). *Elaboración de hidromiel mediante fermentación artesanal de la miel de abeja como estrategia de marketing sustentable* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.
- Pacheco Huamán, E. V. (2014). *Evaluación de la adición de ayrampo (Berberis sp.) en las características organolépticas y nutritivas del manjar blanco* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica, Perú.
- Pereira, V., Dias, L., & Malfeito-Ferreira, M. (2020). Fermentation processes in alcoholic beverages: A review. *Food Research International*, 135, 109282. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109282>
- Pham-Huy, L. A., He, H., & Pham-Huy, C. (2008). Free radicals, antioxidants in disease and health. *International Journal of Biomedical Science*, 4(2), 89–96.
- Rodríguez, M. V. (2017). *Alcohol de caña de azúcar*. Vinos y Alcoholes S.A. <https://www.vinosyalcoholes.com/producto/alcohol-de-cana/>
- Stone, H., & Sidel, J. L. (2020). *Sensory evaluation practices* (5.^a ed.). Academic Press. Cambridge, MA, Estados Unidos.

- Trillo del Pino, R. A. (2021). *Evaluación del valor biológico y fisicoquímico del fruto de Lobivia maximiliana proveniente del distrito y provincia de Acobamba–Huancavelica* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica, Perú.
- Vicuña Aguaiza, A. G. (2019). *Elaboración de una bebida artesanal de baja graduación alcohólica a base de la miel de abeja (Apis mellifera) y fruta capulí (Prunus salicifolia)* [Tesis de pregrado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Yi, J., Zhou, L., Bi, J., Chen, Q., Liu, X., & Wu, X. (2016). Influence of pre-drying treatments on physicochemical and organoleptic properties of explosion puff dried jackfruit chips. *Journal of Food Science and Technology*, 53(2), 1120–1129. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2132-8>

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos están resguardados en la oficina de repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes