UNIVERSIDAD
SAN IGNACIO
DE LOYOLA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Agroindustrial y Agronegocios

ELABORACIÓN DE CERVEZA UTILIZANDO UNA MEZCLA DE MALTA DE CEBADA Y PAPA NATIVA AMARILLA ´TUMBAY`

Tesis Para Optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial y Agronegocios.

DIEGO BENJAMÍN ECHIA MORALES

Asesor:

Juan Manuel Valdivia Velásquez.

Lima – Perú

2018

JURADO DE LA SUSTENTACIÓN ORAL

……

Presidente

……..

Jurado 1

…….

Jurado 2

Entregado el:

Aprobado por:

……

Diego Benjamín Echia Morales

Bachiller.

…….

Juan Manuel Valdivia Velásquez

Asesor de tesis.

UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Diego Benjamín Echia Morales, identificado con DNI 47460550. Bachiller del programa académico de la carrera de Ingeniería Agroindustrial y Agronegocios de la facultad de Ingeniería de la Universidad San Ignacio de Loyola, presento la tesis titulada: ELABORACIÓN DE CERVEZA UTILIZANDO UNA MEZCLA ENTRE MALTA DE CEBADA Y PAPA NATIVA AMARILLA ´TUMBAY`

Declaro en honor a la verdad, que el trabajo de tesis es de mi autoría; que los datos, los resultados y su análisis e interpretación, constituyen mi aporte. Todas las referencias han sido debidamente consultadas y reconocidas en la investigación.

En tal sentido, asumo mi responsabilidad ante cualquier falsedad u ocultamiento de la información aportada. Por todas las afirmaciones, ratifico lo expresado, a través de mi firma.

Lima, 08 de enero del 2018

……..

Diego Benjamín Echia Morales

DNI: 47460550

EPÍGRAFE

La esencia de todo lo que tiene éxito,

es la integridad.

(R. Buckminster Fuller)

AGRADECIMIENTOS:

*Al **Ing. Juan Valdivia** por su apoyo sincero, incansable y desinteresado.*

*Al **Tec. Luis Balcazar,** jefe de planta, por su apoyo al inicio del proyecto.*

DEDIACTORIAS:

*A mis padres **Benjamín Echia** y **Domitila Morales**, por brindarme todo su apoyo a lo largo de mi vida, y por ser la causa y razón de mis sueños.*

*A mi hermana **Gavy Echia**, por apoyarme desinteresadamente y por guiar mi camino a lo largo de mi vida.*

*A mi sobrina **Ariadne**, por su infinito amor con el cual alegra mis días y me motiva a ser mejor persona.*

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS 1

ÍNDICE DE IMÁGENES 2

ÍNDICE DE DIAGRAMAS DE FLUJO 4

ÍNDICE DE GRÁFICOS 4

GENERALIDADES 5

INTRODUCCIÓN 5

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 6

Planteamiento del problema 6

Formulación del problema 7

justificación de la investigación 7

Antecedentes 8

OBJETIVOS 10

General 10

Específicos 10

HIPÓTESIS 11

HI: 11

HO: 11

MARCO TEÓRICO 12

LA CERVEZA 12

Definición 12

LA MALTA 12

LA PAPA (Solanum tuberosum) 13

Ficha técnica de la papa 14

Valor Nutritivo 15

La papa nativa 16

La papa nativa amarilla “Tumbay” 18

LÚPULO 20

El lúpulo en la producción cervecera 21

ALMIDÓN 22

Componentes del almidón 23

Hidrólisis del almidón 24

DIFERENCIAS ENTRE LAS CERVEZAS ARTESANALES E INDUSTRIALES 25

Ingredientes naturales 26

La receta del maestro cervecero 26

Método de elaboración 27

El filtrado 27

Características organolépticas 27

Ámbito de producción 27

Los objetivos 28

DESCRIPCIÓN DE LA ELABORACIÓN DE CERVEZA 29

Elaboración de cerveza de cebada a partir de la malta 29

Proceso de elaboración de cerveza de agregados cerveceros (papa amarilla) 32

MATERIALES Y MÉTODOS 37

LUGAR DE EJECUCIÓN 37

Ubicación y características climáticas 37

MATERIALES Y EQUIPOS 37

Equipos 37

Instrumentos 37

Materia prima e insumos 38

MÉTODOS 39

Tipo y diseño de investigación 39

Variables 40

ELABORACIÓN DE CERVEZA DE CEBADA Y CERVEZA DE PAPA 40

Elaboración de cerveza de Cebada (Proceso tradicional) 41

Elaboración de cerveza de papa nativa amarilla ‘tumbay’ 42

Descripción de la obtención de la cerveza en base a la mezcla de malta de cebada y de papa nativa amarilla ‘tumbay’ 43

ELABORACIÓN DE CERVEZA A BASE DE MALTA DE CEBADA Y PAPA NATIVA AMARILLA ‘TUMBAY’ 44

Acondicionamiento de la malta de cebada 46

Descripción de la elaboración de la “malta de papa” 48

Elaboración de la cerveza a base de malta cebada y papa nativa amarilla ‘tumbay’ 50

MÉTODOS DE CONTROL DE CALIDAD 57

Pruebas organolépticas 57

Análisis fisicoquímico 58

RESULTADOS Y DISCUSIONES 60

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS ORGANOLÉPTICAS 60

Prueba Preliminar 60

Primera prueba organoléptica 60

Segunda prueba organoléptica 63

Tercera prueba organoléptica 65

Cuarta prueba organoléptica 68

Quinta prueba organoléptica 70

RESULTADO DEL ANÁLISIS FICOQUÍMICO 73

pH 73

Grado alcohólico 74

Acidez titulable 74

Color 75

Estabilidad de la espuma 76

DISCUSIONES 79

Discusión de los resultados obtenidos en la primera prueba organoléptica 79

Discusión de los resultados obtenidos en la segunda prueba organoléptica 81

Discusión de los resultados obtenidos en la tercera prueba organoléptica 82

Discusión de los resultados obtenidos en la cuarta prueba organoléptica 84

Discusión de los resultados obtenidos en la quinta prueba organoléptica 86

Discusión de los análisis fisicoquímicos 87

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 92

Conclusiones 92

Recomendaciones 94

RESUMEN 95

RESUMEN 95

SUMARY 96

BIBLIOGRAFÍA 98

ANEXOS 103

Anexo 1: Prueba preliminar 103

Anexo 2: Tabla de Kramer & Twigg 108

Anexo 3: Determinación del grado alcohólico 110

Anexo 4: Estabilidad de la espuma 111

Anexo 5: Determinación del pH 112

Anexo 6: Determinación de la acidez titulable 113

Anexo 7: Medición del color de la cerveza 114

Anexo 8: Ficha de análisis sensorial 115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación científica de la papa 15

Tabla 2 Características de la papa nativa amarilla "tumbay" 19

Tabla 3 Análisis de la producción de la papa nativa amarilla "tumbay" 20

Tabla 4 Análisis proximal del almidón de papa 25

Tabla 5 Simbología muestral en la primera prueba organoléptica. 61

Tabla 6 Resultados de la primera prueba organoléptica. 61

Tabla 7 Interpretación de los resultados de la primera prueba organoléptica. 62

Tabla 8 Simbología muestral en la segunda prueba organoléptica. 63

Tabla 9 Resultados de la segunda prueba organoléptica. 64

Tabla 10 Interpretación de los resultados de la segunda prueba organoléptica. 65

Tabla 11 Simbología muestral de la tercera prueba organoléptica. 66

Tabla 12 Resultados de la tercera prueba organoléptica. 66

Tabla 13 Interpretación de los resultados de la tercera prueba organoléptica. 67

Tabla 14 Simbología muestral de la cuarta prueba organoléptica. 68

Tabla 15 Resultados de la cuarta prueba organoléptica. 69

Tabla 16 Interpretación de los resultados de la cuarta prueba organoléptica. 69

Tabla 17 Simbología muestral de la quinta prueba organoléptica. 71

Tabla 18 Resultados de la quinta prueba organoléptica. 71

Tabla 19 Interpretación de los resultados de la quinta prueba organoléptica. 72

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 Andenes de cultivo de papa 3800 msnm. 17

Imagen 2 Elaboración de chuño por comuneros en la comunidad de Acora – Puno. 18

Imagen 3 Papa nativa amarilla 'tumbay' 18

Imagen 4 Planta de lúpulo 21

Imagen 5 Selección de los granos de cebada malteada 46

Imagen 6 Pesado del grano de cebada malteada 47

Imagen 7 Molino de tornillo sin fin 47

Imagen 8 Malta de granos de malta de cebada molida 48

Imagen 9 Pesado de la papa nativa amarilla ‘tumbay’ 49

Imagen 10 Cocción de la papa nativa amarilla ‘tumbay’ 49

Imagen 11 "Malta de papa nativa amarilla ‘tumbay’" 50

Imagen 12 Macerado de la malta de cebada junto a la "malta de papa nativa amarilla ‘tumbay’". 51

Imagen 13 Cocción del mosto de cebada y "papa nativa amarilla ‘tumbay’" 52

Imagen 14 Lúpulo en pellets 52

Imagen 15 Enfriamiento del mosto en baño maría 53

Imagen 16 Activación de las levaduras 54

Imagen 17 Airlock 54

Imagen 18 Fermentación de la cerveza a base de cebada y papa nativa amarilla ‘tumbay’ 55

Imagen 19 Cerveza a base de malta de cebada y papa nativa amarilla ‘tumbay’ 56

Imagen 20 Etiqueta del producto final 57

Imagen 21 Medición del pH 73

Imagen 22 Determinación de la densidad 74

Imagen 23 Determinación de la acidez 75

Imagen 24 Determinación del color 76

Imagen 25 Disipación de la corona de espuma en la cerveza de cebada y papa vs la cerveza industrial. 77

Imagen 26 Disipación de la corona espuma en la cerveza artesanal existente en el mercado 77

Imagen 28 Disipación de la espuma al ras del líquido de la cerveza artesanal existente en el mercado. 78

Imagen 27 Disipación de la espuma al ras del líquido de la muestra de cerveza de cebada y papa vs la cerveza industrial 78

ÍNDICE DE DIAGRAMAS DE FLUJO

Diagrama de flujo 1 Proceso de elaboración de cerveza de cebada a partir de la malta 29

Diagrama de flujo 2 Proceso de elaboración de cerveza de agregados cerveceros (papa amarilla) 33

Diagrama de flujo 3 Elaboración de cerveza de cebada y cerveza de papa. 40

Diagrama de flujo 4 Elaboración de cerveza a base de malta de cebada y papa nativa amarilla 'tumbay' para 6.5 Litros 45

Diagrama de flujo 5 Acondicionamiento de la malta de cebada 46

Diagrama de flujo 6 Descripción de la elaboración de la "malta de papa" 48

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Proceso de malteado de cebada. 13

Gráfico 2 Estructura química de la molécula de almidón 22

Gráfico 3 Cadena de amilosa 23

Gráfico 4 Cadena de amilopectina. 24

Gráfico 5 Hidrólisis del almidón 24

GENERALIDADES.

INTRODUCCIÓN.

En nuestros tiempos una de las bebidas populares de bajo contenido alcohólico, como la cerveza, se ha caracterizado por poseer una alta aceptación dentro del mercado nacional e internacional, y según (Euromonitor International, 2016) "En el Perú se produce en promedio 1 500 000 de litros de cerveza al año haciendo un total de 38.2 litros per cápita".

Debido a que los productores artesanales, en su mayoría, no cuentan con la tecnología utilizada en las cervecerías industriales, sus procesos de elaboración tienen mayor énfasis en los detalles, por lo cual el producto final es de mejor calidad; siendo el consumo de esta bebida exclusivo del público adulto, estos han empezado a adquirir mayor demanda por productos elaborados artesanalmente.

Normalmente en la elaboración de la cerveza los ingredientes utilizados son principalmente la cebada y varios cereales como el maíz, arroz, entre otros. Sin embargo, actualmente no se tienen abundantes registros con formulaciones que utilicen otro tipo de materias primas tales como yuca, papa, zanahoria, etc. dado que también contienen un alto porcentaje de almidón los cuales pueden ser transformados en azúcares fermentables indispensables para la elaboración de bebidas alcohólicas como la cerveza.

La gran variedad de ecosistemas en nuestro país permite producir muchas variedades de papa, que en su mayoría son producidas por pequeños y medianos agricultores, los cuales principalmente sólo son proveedores directos de materia prima para microempresas y consumo en fresco.

Debido al desconocimiento en la elaboración de productos a base de este tubérculo la producción de papa está orientada principalmente al consumo en estado fresco. Debido a esto no se han buscado muchas alternativas que le brinden al producto un mejor valor agregado.

En virtud de lo antes mencionado, ello fue el principal motivo que dio base para la presente investigación. En la cual se determinarán las cantidades de malta de cebada, papa, lúpulo y azúcar para la elaboración del producto pretendido. Así mismo tendrá que determinarse la aceptación organoléptica y el rendimiento económico de los insumos expuestos.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

Planteamiento del problema.

La cerveza es la bebida alcohólica más consumida a nivel mundial. Su consumo es parte de la cultura de muchos países (incluyendo el Perú). El mercado de las cervezas es tan amplio que ha dado lugar a que exista un comercio internacional de este producto, esto explica la existencia de las diferencias entre la gran variedad de cervezas, marcas y preferencias.

Aunque se puede llegar a tener la impresión de que el mercado de la cerveza está saturado, existen nichos de mercados para las cervezas artesanales; las cuales pueden ser comercializadas como cervezas premium dado su alta calidad y sabores poco convencionales. En este sentido, el país si bien cuenta con unas pocas marcas, las cuales utilizan cereales andinos con el objetivó de impulsar sus productos y los productos peruanos-andinos, el mercado está centrado y muy desaprovechado dando oportunidad a otras marcas para ingresar a este nicho de mercado en el que las grandes cervecerías no compiten.

Actualmente se nota un interés de parte de las autoridades correspondientes por la promoción y difusión de las distintas variedades de papas nativas existentes en el país, a ese interés se le puede dar el valor agregado de usar la materia prima no solo como parte o acompañante en algún platillo, sino más bien, como un ingrediente importante en la fabricación de cerveza artesanal a base de papa nativa.

La competitividad de estos tubérculos aún es muy pobre debido a que su cultivo y producción en su gran mayoría está a cargo de familias o pequeñas comunidades que no logran abarcar grandes extensiones en sus sembríos por falta de tecnología y capacitación para su mejora continua; en ese aspecto el desarrollo de cerveza artesanal a base de este tubérculo andino aportaría una mejora económica dándole mayor valor a sus productos y buscando un trato de justo pago con los agricultores.

Formulación del problema.

¿Es posible elaborar cerveza artesanal utilizando una mezcla de malta de cebada (*Hodeum vulgare*) y papa nativa amarilla ´tumbay` (*Solanum tuberosum*) con variaciones en la concentración de lúpulo y azúcar agregada?

justificación de la investigación.

El mercado de la cerveza es uno de los más grandes y seguros del mundo. Solo en el Perú se han producido 1`447,823 litros de cerveza en el 2013 y se proyecta que el mercado crecerá en 5% anual hasta el 2018 (Euromonitor International, 2016). Así mismo Perú cuenta con consumo per cápita (de personas en edad de consumo) de 40 litros con pecio promedio de 7.5 nuevos soles por litro. Si bien el mercado aparenta estar saturado por las grandes cervecerías estas solo compiten al nivel de las cervezas industriales dejando el mercado de las cervezas artesanales a las cervecerías caceras y micro cervecerías. En este mercado existen alrededor de 30 cervecerías registradas con un promedio de 3 variedades de cervezas registradas. Sin embargo, este mercado se caracteriza porque todo producto que posea características comerciales puede llegar a hacerse rápidamente con una porción del mercado. Así mismo es uno de los productos más disponibles ya que es ofertada por variados canales de distribución en variadas presentaciones. Desde el año 2000 la cerveza ha presentado un crecimiento sostenido en su consumo siendo el mínimo registrado de 2%

anual en el 2008 debido a la crisis financiera internacional. Por último, el margen de ganancias de una cervecería casera o micro cervecería se encuentra alrededor del 21%.

La cerveza es un producto que se consume en nuestro país prácticamente en todas las festividades y reuniones sociales. Existen festividades y eventos como por ejemplo el *October fest* y *La fiesta de la cerveza* en la ciudad de Cusco en las que se consumen casi exclusivamente cerveza. También existen eventos gastronómicos en los que las cervezas artesanales y Premium son presentadas y degustadas. Estas últimas son un gran aporte a la cultura cervecera del Perú, ya que hasta hace pocos años atrás solo se conocía y consumía las cervezas industriales dominantes del mercado. Desde hace unos años se aprecia más y más las cervezas artesanales, y es debido a esto y al apoyo que le está dando el estado a través del Ministerio de la Producción, razón por la cual el número de marcas de cerveza artesanales está creciendo. Hoy en día el Perú cuenta con la Asociación de cerveceros artesanales del Perú, la cual apunta a aumentar el poder de los productores y así poder favorecer el mercado.

Desde un punto de vista social nuestro producto toma como materia prima una de las especies de papa nativa peruana (*Solanum tuberosum*), las cuales están siendo evaluadas para convertirse en producto bandera. Estas papas tienen la denominación de nativas ya que son cultivadas orgánica y artesanalmente por pobladores de la sierra, además de poseer un genotipo único del Perú. Con el producto que se busca elaborar se aprovecharía este importante recurso nacional, se impulsaría el consumó de los productos peruanos, se apoyaría a los campesinos de la sierra y se promocionaría los productos bandera.

Antecedentes.

Según (Carvajal & Insuati, 2010) sobre la elaboración de cerveza artesanal utilizando una mezcla entre cebada y yuca. Demuestra que es posible elaborar cerveza artesanal con estándares

de calidad comercial aceptables, utilizando la mezcla antes mencionada. Sin embrago, se deben tener en cuenta los ajustes necesarios que deben hacerse a los parámetros de proceso y formulación con respecto a una cerveza artesanal puramente de cebada. Lo que hace posible la elaboración de cerveza utilizando la mezcla con yuca, es que esta posee una gran cantidad de almidón que puede ser reducido a azucares fermentables; característica que poseen otros tubérculos como la papa y el camote.

Se ha tenido en consideración la investigación realizada por (Gonzales, Carrizales, & Martínez, 2013), sobre elaboración de cerveza artesanal de amaranto. En ella se procede a elaborar cerveza artesanal reemplazando la malta de cebada por malta de amaranto y siguiendo el mismo proceso estándar de elaboración, obteniendo una cerveza de mayor valor nutricional. Esta investigación ha demostrado que la cerveza retiene una parte de los nutrientes contenidos en los ingredientes como los que se encuentran en la semilla del amaranto y la cáscara de la papa. Así mismo ha demostrado una vez más que es factible elaborar cerveza artesanal sustituyendo total o parcialmente los ingredientes estándares.

También se tomó como referencia a (Benavidez & Pozo, 2008), sobre evaluación de vodka elaborado utilizando dos enzimas. En ella se elabora vodka fermentando papa y destilando el fermentado resultante. Esta tesis demuestra que la papa puede ser utilizada de forma eficiente en la producción de alcohol etílico mediante la fermentación alcohólica. Así mismo establece las condiciones e insumos para realizar de forma eficiente la fermentación alcohólica de la papa.

Finalmente, según (García, 2015) la elaboración artesanal a partir de almidón extraído de tubérculos andinos demostró que la combinación de malta de cebada con agregados cerveceros (almidón de camote y almidón de oca) alcanzó hasta un 50% de participación en la formulación de la mezcla con almidón de camote. El producto obtenido fue caracterizado presentando valores

dentro de los rangos estipulados por la normativa del país en el que fue desarrollado y presentó la aceptación por parte de un panel sensorial.

OBJETIVOS.

General.

Elaborar cerveza artesanal utilizando una mezcla de malta de cebada *(Hordeum vulgare)* y papa nativa amarilla ´tumbay` (*Solanum tuberosum*) con variaciones en las concentraciones de lúpulo y azúcar agregada.

Específicos.

Para tratamientos de cerveza de cebada y cerveza de papa.

Determinar la mejor combinación entre cerveza a base de malta de cebada y cerveza a base de papa nativa amarilla ´tumbay`.

Determinar la cantidad de lúpulo necesario para la elaboración de cerveza artesanal a base de malta de cebada y cerveza artesanal a base de papa nativa amarilla ´tumbay`.

Determinar los niveles de azúcar ideales para la elaboración de cerveza artesanal a base de malta de cebada y cerveza artesanal a base de papa nativa amarilla ´tumbay`.

Para la cerveza de la mezcla entre malta de cebada y papa nativa amarilla ´tumbay`.

Evaluar la aceptación, mediante pruebas organolépticas, de la mejor muestra de la cerveza a base de malta cebada y papa nativa amarilla ´tumbay`

Analizar y caracterizar los factores fisicoquímicos de la cerveza a base de malta de cebada y papa nativa amarilla ´tumbay`; como: pH, acidez, espuma, grado alcohólico y color; realizado a los 15 días después de haber sido envasada.

HIPÓTESIS.

HO:

La mejor proporción de la mezcla entre malta de cebada y papa nativa amarilla “tumbay” y las diferentes cantidades de lúpulo y azúcar; influyen en las características organolépticas de la cerveza artesanal.

HI:

La mejor proporción de la mezcla entre malta de cebada y papa nativa amarilla “tumbay” y las diferentes cantidades de lúpulo y azúcar; no influyen en las características organolépticas de la cerveza artesanal.

MARCO TEÓRICO

LA CERVEZA.

Definición:

Según (INACAL, 2016) define que "Se entiende exclusivamente por cerveza a la bebida resultante de un proceso de fermentación controlado, mediante levadura cervecera, de un mosto de cebada malteada o de extracto de malta, sometido previamente a un proceso de cocción, adicionado de lúpulo. Una parte de la cebada malteada o de extracto de malta podrá ser reemplazada por adjuntos cerveceros".

LA MALTA.

Según (INACAL, 2016) define que "Es el producto resultante de someter el grano de cebada a un proceso controlado de remojo, germinación, secado y/o tostado. Las maltas de otros cereales deberán denominarse de acuerdo con su procedencia: malta de trigo, malta de maíz, es decir deberá denominarse 'malta...' seguido del nombre del cereal".

Según (Ruiz, 2006) indica que "Actualmente, la cebada es el cereal más empleado para la elaboración de malta cervecera, en menos proporción se usa el trigo y sorgo. Cada año se producen alrededor de $1.5x10^7$ toneladas de malta a partir de cebada; alrededor de un 94% de esa cantidad, es usada en la industria cervecera. La conversión de cebada en malta requiere un mínimo de 2 semanas y se somete a malteado después de 6 a 8 semanas de la cosecha del grano".

Según (Ruiz, 2006) menciona que "La malta es una materia prima necesaria para la fabricación de cerveza ya que confiere características de color, sabor y espuma; por ello su elaboración exige controles rigurosos de tiempo y temperatura, el malteado constituye toda una industria que en la

mayoría de los casos es independiente de la industria cervecera. El malteado consta de varias etapas mostradas en el siguiente gráfico".

Gráfico 1

Proceso de malteado de cebada.

LA PAPA (*Solanum tuberosum*)

Según (Chávez, 2008) indica que "la papa es el cuarto cultivo alimenticio más importante del mundo, después del arroz, el maíz y el trigo. Es el que aporta mayor cantidad de carbohidratos a la dieta de millones de personas en los países en desarrollo, siendo fundamental para los países de Sudamérica, África, y el continente asiático en su totalidad".

La papa originaria del Perú, principal cultivo en superficie sembrada representa aproximadamente el 25% del PBI del sector agropecuario.

Según (Chávez, 2008) indica que "de las 5000 variedades de papa que se cultivan el mundo, alrededor de 4000 se encuentran en el Perú".

Según (Galvez, 2010) menciona que "las altamente nutritivas papas contienen en 100 gramos, 78 gr. de humedad y 18,5 gr. de almidón, son ricas en Potasio (560mg) y vitamina C (20 mg), y ayudan a aliviar los efectos de algunas enfermedades como el escorbuto, tuberculosis, sarampión y disentería".

Según (Chávez, 2008) menciona que “la ONU destaca que la papa es un alimento de primera necesidad en la dieta de la población mundial, y el papel que ella puede cumplir para proporcionar seguridad alimentaria y erradicar la pobreza”.

Según (Galvez, 2010) menciona que “la papa es originaria del Altiplano cerca del lago Titicaca (sudeste del Perú) hace 8 mil años fue llevada a España a mediados del siglo XVI, y durante los dos siglos siguientes, al resto de Europa y más allá. Durante ese tiempo, se desarrollaron variedades de maduración precoz adaptadas a las condiciones del hemisferio norte, especialmente a días más cortos”.

Según (Chávez, 2008) señala que “en la actualidad, la papa es el cultivo de raíces y tubérculos más importante del mundo. Se siembra en más de 125 países y más de un billón de personas alrededor del mundo la consumen. Se ha convertido en la mejor fuente de carbohidratos de la dieta de los pobladores de muchos países en desarrollo”.

Ficha técnica de la papa

Según (Galvez, 2010) menciona que “La papa cultivada pertenece a la familia *Solanaceae*, pariente del tomate, ají, pimentón, berenjena, tabaco, petunia, mandrágora, belladona, por nombrar alguna de las más de 2000 especies presentes en esta familia. Actualmente, la *Solanum tuberosum*, es la especie más cultivada y consumida a nivel mundial”.

A continuación, una ficha técnica de dicha especie:

Tabla 1
Clasificación científica de la papa

Taxonomía y morfología	
REINO	Plantae
FILO	Magnoliophyta
CLASE	Magnoliopsida
ORDEN	Solanales
FAMILIA	Solanaceae
GÉNERO	Solanum
ESPECIE	Solanum Tuberosum

Obtenido de la web (https://es.scribd.com/doc/245132040/4-Taxonomia-y-Morfologia-de-la-papa)

Según (Biblioteca La Serena Chile, 2013) menciona que "Este tubérculo principalmente se cultiva en la costa y sierra peruana, aun cuando su cultivo se ha extendido a todo el mundo. Su origen es nativo de los andes y se viene cultivando desde hace 8000 años. Tiene diversos usos tales como el alimenticio en el cual se consume de manera frita o cocida, obteniéndose también derivados como el almidón, tokosh y chuño. Medicinal como un efectivo antiespasmódico, hemostático, y actúa contra las úlceras gástricas, reumatismo, picadura de insectos, forúnculos, quemaduras y cálculos renales; así mismo en el ámbito industrial se emplea en la fabricación de almidón, papel, adhesivos para textilería, en el procesamiento de alimentos bajos en grasa, panadería, repostería y purificación del agua".

Valor Nutritivo.

De la información obtenida del (Minesterio de Agricultura, 2014) se tiene que "La papa contiene 20% de parte seca y 80% de agua; 100 gramos de la parte seca contienen 84 gr de carbohidratos, 14.5 gr de proteínas y 0.1 gr de grasa; 1 kilogramo de papa aporta 800 calorías y 20

gr de proteínas;1 kilogramo de papa cocida, con su cáscara, contiene 0.9 mg de vitamina B1, 15 mg de vitamina B2, 120 mg de vitamina C, 8 mg de fierro, 5,600 mg de potasio y 77 mg de sodio. Una papa de tamaño medio (200 gramos) contiene 90 calorías y es ideal para la dieta, ya que posee el 5% de la grasa del trigo y 1/4 de las calorías del pan; 1 sola papa contiene casi la mitad de la cantidad de vitamina C que requiere un adulto diariamente. En algunos países como Estados Unidos proporciona más vitamina C que los cítricos; La papa cocida tiene más proteínas que el maíz y casi el doble de calcio, además su cocción con cáscara favorece la digestión de otros alimentos; 1 ha de papa rinde el doble de proteínas que 1 ha de trigo".

La papa nativa.

Según (Chávez, 2008) menciona que "la biodiversidad de las papas se aprecia fácilmente al admirar la fantástica variedad de formas, colores y sabores que presentan los tubérculos. Son las llamadas papas nativas, ancestros remotos de todas las variedades modernas de papa que existen en el mundo. Son el resultado de un proceso de domesticación y selección iniciado hace 8000 años por los antiguos pobladores alto-andinos, llegando hasta nuestros días con las mismas formas y colores como las conocieron los incas y sus predecesores".

Las papas nativas se cultivan en las zonas agroecológicas más altas de los Andes (3000 - 4200 msnm), estas papas se han logrado adaptar a distintas condiciones climáticas tales como las heladas, descensos de temperaturas y sequías.

Imagen 1

Andenes de cultivo de papa 3800 msnm.

Según (Chávez, 2008) menciona que “las papas nativas constituyen el tesoro guardado por los Andes aún en nuestros días. Existen aún miles de variedades totalmente desconocidas fuera de sus comunidades de origen. Entre éstas, muchas son papas amargas que sirven para la fabricación de la tunta (también llamada chuño blanco o moraya), una papa liofilizada artesanalmente usando el sol y las heladas”.

Las papas nativas han logrado conservar su perfil tradicional en el ámbito rural andino, y son muy poco conocidas en las zonas urbanas de las ciudades. Cabe mencionar que, en los últimos años, las papas nativas han sido introducidas en mercados industrializados. Debido a sus buenos sabores, texturas, colores y altos valores nutritivos son consideradas como un producto gourmet, logrando obtener precios que están por encima de las tradicionales papas blancas y amarillas comerciales.

Según (Chávez, 2008) sostiene que “las papas nativas se convierten así en un producto con gran potencial para el desarrollo económico y social de los agricultores alto-andinos de pequeña escala y sus comunidades, así como para la conservación activa de la biodiversidad”.

Imagen 2

Elaboración de chuño por comuneros en la comunidad de Acora – Puno.

La papa nativa amarilla “Tumbay”.

Según (Carranza, 2011) menciona que “La papa nativa amarilla ‘tumbay’ ha sido reconocida alrededor del mundo por su sabor y valor nutritivo, muy superior al de la papa blanca convencional de la cual se hacen actualmente los purés de papa instantáneos. La papa nativa amarilla ‘tumbay’ ha ganado premios en Francia y otros países de Europa, lo que ratifica su buena calidad y facilita la exportación del producto en estudio. Por otra parte, esta variedad solo se cultiva en el Perú, por lo que se tendría una ventaja competitiva nacional cuando se inicie la exportación del producto”.

Imagen 3

Papa nativa amarilla 'tumbay'

Según (Carranza, 2011) menciona que “es conocida como la mejor papa del mundo, pues sea cual fuere la forma de preparación su incomparable sabor es el resultado de su alto contenido de materia seca y aminoácidos; además, no tiene colesterol, lo que impide la acumulación de grasas. Adicionalmente, tiene la textura adecuada para la obtención de puré y otorga facilidad de cocción”.

Características morfológicas y agronómicas de la papa nativa amarilla ‘tumbay’

Tabla 2
Características de la papa nativa amarilla "tumbay"

Morfología y agronomía	
Plantas	Medianas, grandes y erectas, tallo verde con pigmentación morada, hojas verde oscuras con inter-hojuelas.
Flores	Color rojizo, Abundante floración y escasa fructificación.
Tubérculos	Redondos, en forma de piña, ojos profundos. Piel color amarillo claro. Carne amarilla, ojos profundos.
Brotes	Color morado
Período vegetativo	Semi tardío (150 días).
Rendimiento	Hasta 20-30 t/Ha.
Adaptación	Sierra central: Huánuco, Pasco, Junín.
Calidad culinaria	Excelente cocción y procesamiento.

Fuente: obtenido de la web (http://www.portalagrario.gob.pe/boletines/papa_variedades.pdf)

A partir de un estudio realizado por (Maximixe.com, 2004) “sobre el mercado de la papa se analizaron distintas fortalezas y debilidades en cuanto a la producción y los productores de papa nativa amarilla ‘tumbay’”

Tabla 3
Análisis de la producción de la papa nativa amarilla "tumbay"

Fortalezas	Debilidades
1. Forma de cultivo viable.	1. Gran parte de los agricultores tiene recursos limitados
2. Producción durante todo el año.	2. Bajo nivel de cultivo.
3. Presenta ventajas de sabor, textura, nutrición, facilidad de la cocción.	3. Baja industrialización.
4. Producción en gran volumen.	4. Automización de la producción.

Fuente: Obtenido de la web (Maximixe.com, 2004)

Según (Carranza, 2011) menciona que "se cultiva a más de 3000 msnm, en la sierra central del Perú, en los departamentos de Huánuco, Junín y Pasco. El departamento de Huánuco es el principal productor de la variedad, debido a que tiene un clima uniforme durante todo el año, favoreciendo la producción y el abastecimiento constante. Actualmente, la producción de la materia prima asciende a 136.000 toneladas por año. Los precios de este insumo varían de S/.0,85 el kilo en Huánuco a S/.1,00 por kilo en Lima".

LÚPULO.

El lúpulo (*Humulus lupulus*) se utiliza para aromatizar la cerveza y obtener el característico sabor amargo de la bebida. Pertenece a la familia de las cannabáceas, plantas herbáceas carentes de látex, de flores menudas.

Planta medicinal silvestre conocida ya en la antigüedad, unos 6.000 años a. C., el lúpulo se utiliza desde el siglo XIX para la obtención de "lupulino", empleado en la fabricación de cerveza.

El lúpulo, además de contribuir a la estabilidad de la espuma, aromatiza y tiene propiedades antisépticas. Las cervezas lupuladas son más resistentes al deterioro microbiológico. (Martinez, Valls, & Villamarino, 2007)

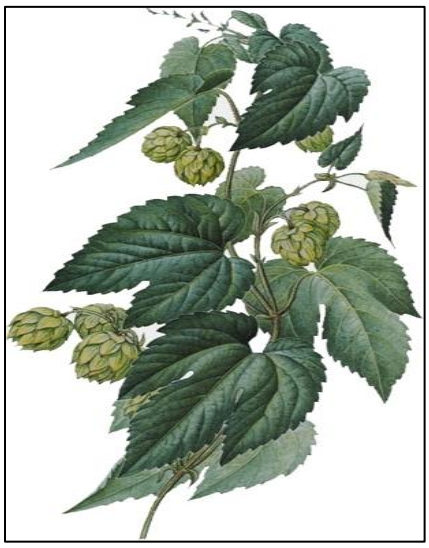


Imagen 4

Planta de lúpulo

Según el (Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia, 2015) se define esta materia prima de la cerveza "como una planta trepadora perteneciente a la familia de las cannabáceas, con tallos sarmentosos de tres a cinco metros de largo, hojas parecidas a las de la vid, flores masculinas en racimo, y las femeninas en cabezuela, y fruto en forma de piña globosa cuyas escamas cubren dos aquenios rodeados de lupulino. Los frutos, desecados, se emplean para aromatizar y proporcionar el sabor amargo a la cerveza".

El lúpulo en la producción cervecera:

Según (Verzele & Keukeleire, 1991) menciona que "En el lúpulo se han identificado más de 1000 sustancias entre las que se encuentran múltiples derivados isoméricos Todas ellas le confieren al lúpulo sus características peculiares que lo vuelven un insumo insustituible para la elaboración de la cerveza. Son las resinas, almacenadas en glándulas de lupulina presentes en varias partes de

la planta, pero fundamentalmente en los frutos producidos a partir de las flores femeninas. Estas resinas se clasifican en función de su diferente solubilidad y son una mezcla de compuestos químicos análogos que son los precursores de los alfa y beta ácidos, los cuales al cocinarse junto con el mosto se isomerizan y se transforman en sustancias amargas".

Según (Martinez, Valls, & Villamarino, 2007) indican que "el contenido de estos alfa y beta ácidos (medido como porcentaje en peso) es una característica varietal, si bien pueden verse influidos de una manera importante por la climatología y otros factores. Otros constituyentes importantes son los aceites esenciales (humuleno, farneseno, mirceno, etc.) y los taninos. Los primeros confieren al lúpulo su aroma característico. Tradicionalmente se ha hablado de variedades aromáticas y de variedades amargas, precisamente en función del nivel de alfa ácidos y de aceites esenciales".

ALMIDÓN.

Es un polímero de α-glucosa en el que los monómeros se encuentran enlazados por enlaces 1- 4 y ocasionalmente se ramifican formando un enlace adicional en posición 1-6, como se ve en la siguiente figura:

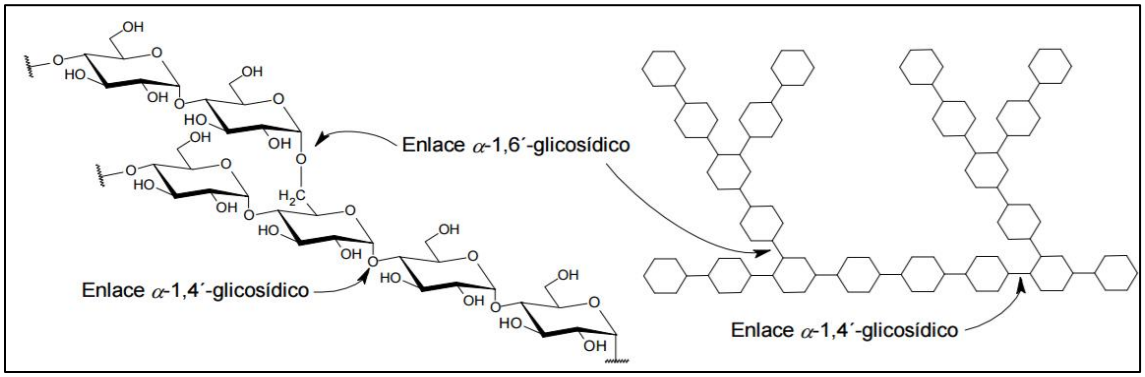


Gráfico 2

Estructura química de la molécula de almidón

El almidón se encuentra en semillas, raíces, tubérculos etc., lugares donde la planta almacena energía. Alimentos como el maíz tierno y las patatas tienen en torno al 15% de almidón, los cereales pueden llegar a tener el 70%. El almidón se encuentra formando granos esféricos que pueden verse al microscopio y se pueden diferenciar por su apariencia entre unas y otras especies.

Según (Fernandez, 2005) indica que “el almidón está compuesto por dos polímeros distintos, ambos de glucosa; la amilosa y la amilopectina. El almidón presenta en su conjunto una estructura cristalina. Bajo luz polarizada presenta el esquema típico de "Cruz de Malta". De esta estructura cristalina es responsable la amilopectina debido a que en ella se forman puentes de hidrógeno entre las ramificaciones dando lugar a una estructura muy estable que se puede considerar como cristalina. Se puede decir que la amilopectina es la parte insoluble mientras que la amilosa es la parte soluble”.

Componentes del almidón.

Amilosa: Según (Fernandez, 2005) lo define como “Polímero compuesto por unión de unidades de α-glucosa (OH del carbono anomérico en posición axial). Sólo aparecen enlaces 1-4, por lo que su estructura es lineal (esto no significa que las cadenas sean rectas, sino que se enrollan formando una hélice). Aparece en una proporción en torno al 20-25% del almidón total, aunque con abundantes excepciones como son el guisante, que presenta una proporción del 60%, y en el otro lado los cereales céreos, que no presentan nada de amilosa”.

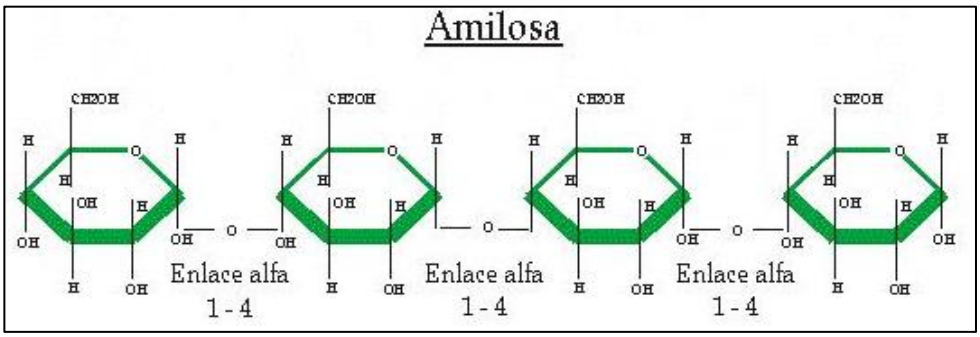


Gráfico 3

Cadena de amilosa

Amilopectina: Según (Fernandez, 2005) lo define como “Polímero compuesto por unión de unidades de α glucosa mediante enlaces 1-4, pero ramificado con uniones 1-6 cada 20 a 25 restos de glucosa. Es la parte ramificada del almidón”.

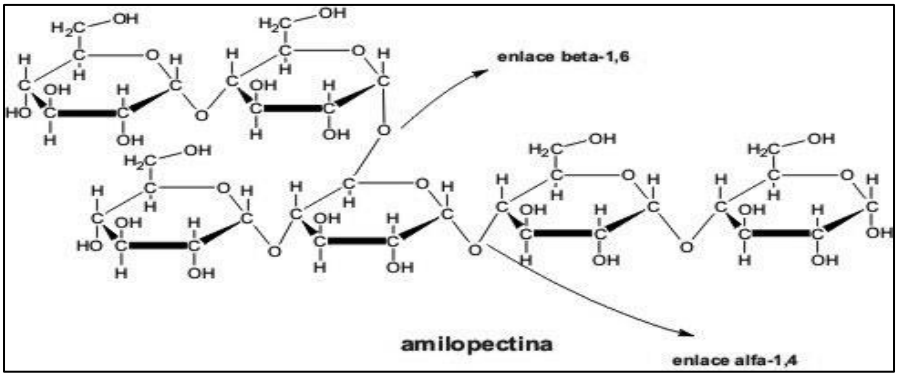


Gráfico 4

Cadena de amilopectina.

Hidrólisis del almidón.

Según (Peña, 2009) menciona que “el almidón se puede degradar mediante una hidrólisis en la presencia de catalizadores como ácidos o enzimas, pasando por diversos estados de degradación, hasta llegar a su forma monomérica original, la glucosa. En 1811, Kichoff fue el primero en obtener un subtítulo del azúcar a través de la hidrólisis ácida del almidón. Desde entonces, este proceso ha sido modificado y mejorado para producir jarabes, glucosa cristalizada y otros productos de gran valor comercial”. Tal como se muestra en la siguiente ecuación:

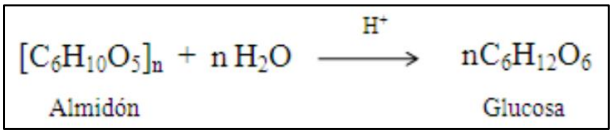


Gráfico 5

Hidrólisis del almidón

Las moléculas de almidón, como todos los polisacáridos, son hidrolizados por la acción de ácidos calientes. Según el tiempo de reacción, se obtiene el grado de hidrólisis deseado. El ácido se neutraliza, y se recupera el producto tras lavado y desecación.

Según (Peña, 2009) menciona que "la destrucción controlada de las cadenas poliméricas o hidrólisis del almidón a través de soluciones básicas, ácidas o catalizadas por enzimas da lugar a la formación progresiva de dextrina y moléculas de maltosa y glucosa; mezcla que comúnmente se denomina como jarabe de D-glucosa, caracterizado por su equivalente de dextrosa".

Tabla 4
Análisis proximal del almidón de papa

Composición del almidón de papa.	
Color	Blanco
Tamaño de partícula µm	5-100
Humedad %	18-20
Fósforo	0.08
Proteína %	0.1
Grasa %	0.05
Amilosa %	20

Elaboración propia. Fuente: (Salazar, 2005)

DIFERENCIAS ENTRE LAS CERVEZAS ARTESANALES E INDUSTRIALES.

La cerveza industrial está en todas partes y a un precio más barato. Pero cada vez son más los bares, restaurantes y establecimientos que tienen cerveza artesanal en su oferta cervecera, hechas en el Perú o importadas de otros países. Tenemos un abanico cada vez más amplio para beber cerveza artesanal y poder elegir entre estas y las cervezas industriales.

Por ello repasaremos las grandes diferencias entre cerveza artesanal y cerveza industrial, que básicamente se encuentran en el proceso de elaboración, en la calidad de los ingredientes y en la formulación del maestro cervecero. Pero hay más aspectos para tener en cuenta.

A continuación, nombraremos algunas de las diferencias más relevantes.

Ingredientes naturales.

Según (Cerveza del Montseny, 2015) sostiene que "la cerveza artesanal se elabora a partir de ingredientes totalmente naturales, que no llevan aditivos artificiales ni conservantes, simplemente agua, levadura, maltas y lúpulos. En cambio, la cerveza industrial se pasteuriza y contiene conservantes. Tradicionalmente la cerveza siempre se ha fabricado a partir de malta de cebada, un material de alta calidad y de coste elevado. Para abaratar costes, los grandes productores industriales usan otros aditivos como el arroz, el maíz o el mijo, elementos menos costosos, pero que producen una cerveza de calidad muy inferior. Por lo tanto, en la etiqueta de las cervezas artesanas no encontraremos nunca ni conservantes ni antioxidantes añadidos artificialmente".

La receta del maestro cervecero.

Según (Cerveza del Montseny, 2015) sostiene que "las cervezas industriales se producen a partir de una receta básica, estándar, muy estudiada y que es resultado de un esfuerzo muy grande por parte de la empresa, pero que busca ingredientes y procesos económicamente viables. Por el contrario, la cerveza artesanal se prueba y modifica en infinitas ocasiones por el maestro cervecero para encontrar la mezcla adecuada con el gusto y el olor buscados. Cada maestro cervecero desarrolla su propia fórmula para conseguir lo que más le gusta a él y a sus clientes. Para ello existen diferentes variedades y cada cerveza es única, haciendo que sea un producto más caro que una cerveza industrial".

Método de elaboración.

Según (Cerveza del Montseny, 2015) sostiene que “el proceso de elaboración de las cervezas artesanales se hace de forma manual o con una mínima ayuda de maquinaria, al contrario de las grandes cerveceras industriales, donde el proceso es automático y la participación humana es mínima. Las cervezas industriales se someten a un proceso de pasteurización, donde pierden propiedades nutritivas de la cerveza”.

El filtrado.

Según (Cerveza del Montseny, 2015) sostiene que “mientras que a la cerveza artesanal se realiza un filtrado manual, sin intervenciones de grandes maquinarias, la cerveza industrial realiza un filtrado químico, que elimina los residuos, pero también destruye levaduras y proteínas de la cerveza, restándole gusto, aroma y propiedades. Aun así, hay que decir que cada vez son más las cerveceras artesanas que optan por sacar estos sedimentos para poder hacer la cerveza visualmente más atractiva”.

Características organolépticas.

Según (Cerveza del Montseny, 2015) sostiene que “la cerveza artesanal es una cerveza completamente diferente de la cerveza industrial, más atractiva y compleja en el gusto. Todo esto hace que una cerveza artesanal tenga siempre más cuerpo, sabor y aroma que una cerveza industrial. Por eso cada vez más, los consumidores valoran las degustaciones de cerveza y se han dado cuenta de la calidad del producto, de las inmensas posibilidades que tiene, de la riqueza que puede aportar a la cocina y de las diferentes variedades que se pueden crear”.

Ámbito de producción.

Según (Cerveza del Montseny, 2015) sostiene que “Es evidente que la cerveza artesanal es un producto local y de proximidad, mientras que la producción industrial de cerveza responde a un

modelo de globalización que utilizan las grandes empresas para expandirse y exportar por todo el mundo. Las cerveceras artesanales suelen ser pequeñas y medianas empresas cercanas a los consumidores, que tienen voluntad de crecer, pero de forma ordenada, coherente y sin perjudicar la calidad del producto final".

Los objetivos.

Según (Cerveza del Montseny, 2015) sostiene que "los objetivos de la elaboración de la cerveza artesanal son el gusto y el aroma, mientras que la fabricación de cerveza industrial tiene el objetivo de reducir costes de producción lo máximo posible. Las microcervecerías que fabrican cerveza artesanal buscan acercar a sus clientes un producto de la más alta calidad y elaborado con arte e ilusión. Por el contrario, las empresas cerveceras industriales buscan aumentar ventas y posicionar marcas, a pesar de que el producto ofrecido a sus clientes sea de una calidad realmente más baja. Hay que decir que una cervecería de gran tamaño puede crear una gran cerveza en una edición especial o limitada, pero en general no lo hacen porque exceden los costes de mercado".

DESCRIPCIÓN DE LA ELABORACIÓN DE CERVEZA.

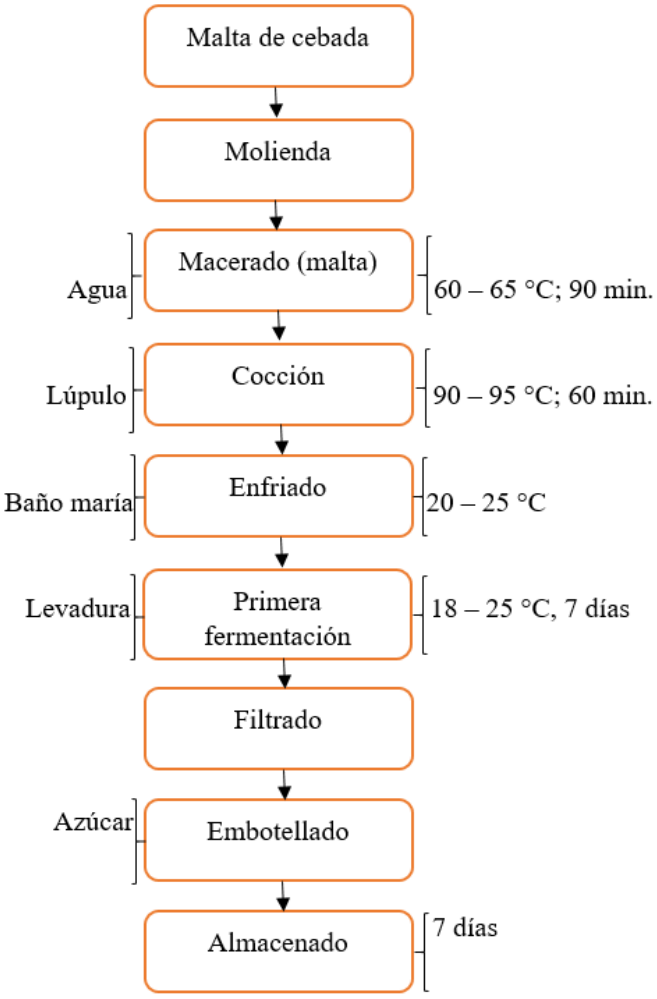
La elaboración de cerveza consta de procesos definidos y aplicados tanto a nivel industrial como a nivel artesanal, estos procesos pueden variar de acuerdo con el tipo de equipos y tecnología empleados en ellos.

A continuación, se detallan los procesos de elaboración tanto para cerveza de cebada como para cerveza de algún otro agregado cervecero, en este caso la papa nativa amarilla 'tumbay'.

Elaboración de cerveza de cebada a partir de la malta.

Este proceso de elaboración es el tradicional y se detalla en el siguiente diagrama de flujo.

Diagrama de flujo 1
Proceso de elaboración de cerveza de cebada a partir de la malta



Malta de cebada.

Se trabaja con granos de cebada, ya malteados, para asegurar mejores rendimientos en la preparación de la cerveza y condiciones organolépticas más aceptables.

Molienda.

Según (El Cantero Cevezas Artesanales, 2015) menciona que "con la molienda se abre el grano sin romper su cáscara. Esto permite que el agua del macerado pueda disolver el almidón alojado en el centro del grano con facilidad y que las enzimas se propaguen libremente por el empaste, degradando el almidón en azúcares simples".

Macerado de la malta.

El macerado tiene como objetivo convertir el almidón, contenido en el grano, en azúcares (maltosa) para posteriormente ser transformados en alcohol y CO^2 por la acción de las levaduras. A este proceso se le conoce como sacarificación y es realizado por los enzimas, alfa y beta amilasas (diastasa), que se encuentran en la malta. Según (El Cantero Cevezas Artesanales, 2015) menciona que "existen varios tipos de maceración, la simple que es en la que se macera el mosto a una temperatura única y otros en el que la temperatura va aumentando escalonadamente, esto va sujeto generalmente a las maltas si son más o menos modificadas".

Cocción del mosto.

Según (El Cantero Cevezas Artesanales, 2015) menciona que "mientras el mosto va tomando temperatura y se acerca el punto de ebullición se forma una parte en la capa superior se tratan de proteínas las cuales deben ser retiradas, de lo contrario podrían obstaculizar el trabajo de la levadura en el proceso de fermentación. Durante la ebullición se añade la cantidad de lúpulo previamente calculada, vigilando el tiempo de ebullición para que no esté hirviendo más tiempo del necesario, ya que esto provocaría una cerveza mucho más amarga. Los tiempos aproximados

para conseguir las siguientes características del lúpulo son: Al comenzar a hervir 50 % del lúpulo (para el amargor), a los 45 minutos 25 % del lúpulo (para el sabor), a los 55 minutos 25 % del lúpulo (para el aroma)".

Enfriado del mosto.

Una vez finalizada la cocción y su filtración correspondiente, se debe proceder a enfriar el mosto lo más rápidamente posible, Según (El Cantero Cevezas Artesanales, 2015) esta operación es fundamental porque:

- Si el mosto descansa mucho tiempo entre 30 y 50 ºC, habrá muchas posibilidades de invasión por organismos no deseados, tales como bacterias o levaduras salvajes.

- Puede producirse una oxidación, cosa que no debe producirse hasta que el mosto esté a menos de 24 ºC y se haya sembrado la levadura.

- Se podrían producir compuestos azufrados indeseados en el mosto caliente. Un enfriamiento correcto y rápido fomenta la precipitación en frio.

Primera fermentación.

Se agrega al mosto frío la levadura. Según (El Cantero Cevezas Artesanales, 2015) menciona que "la cantidad total de levadura que se inyecta se calcula teniendo en cuenta el volumen de mosto que contiene la cuba de fermentación. Durante la fermentación se debe comprobar diariamente la temperatura del mosto (temperatura ambiente entre 18 y 23 °C), así como hacer una cata visual y olfativa del mismo. Evaluando así su evolución y diagnosticando posibles contaminaciones o defectos en la fermentación".

Filtrado.

Según (El Cantero Cevezas Artesanales, 2015) menciona que "este proceso es importante ya que un buen filtrado asegura una cerveza visualmente atractiva, reteniendo los restos de levaduras,

de las proteínas y granos restantes; no obstante, en algunos tipos de cerveza se busca dejar sedimentos como parte de las características de dichas cervezas".

Embotellado.

Antes de iniciar este proceso se carbonata la cerveza. La mayoría de cerveceros industriales y artesanales lo hacen de manera artificial, sin embargo, para las microcervecerías o las cervecerías caseras dicho proceso es costoso, por lo cual se valen del azúcar como ingrediente para la carbonatación de la cerveza. Por este motivo se le agrega una cantidad previamente determinada en relación con la cantidad de cerveza y luego se procede al llenado de las botellas y su sellado con tapas metálicas. (El Cantero Cevezas Artesanales, 2015)

Almacenado.

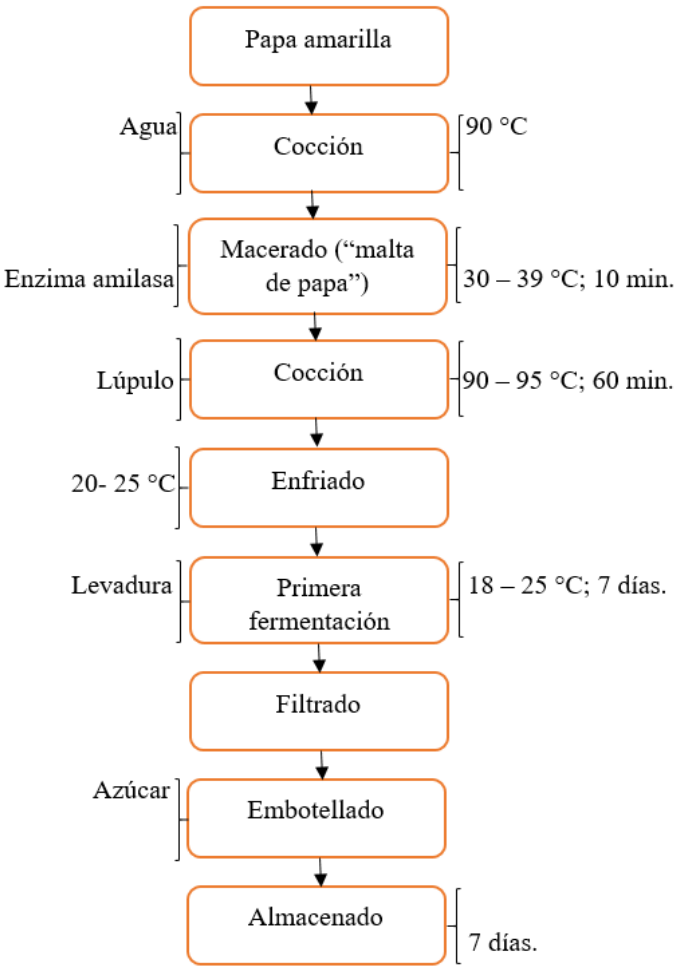
El almacenado también conocido como maduración o segunda fermentación es el proceso final para la obtención del producto, en este proceso la cerveza por acción de las levaduras restantes realiza una segunda fermentación la cual ayuda a la producción de espuma, acentúa los aromas y sabores y le confiere el color final a la cerveza todo ello por acción y reacciones químicas y enzimáticas.

Proceso de elaboración de cerveza de agregados cerveceros (papa amarilla).

La elaboración de cerveza de papa amarilla sigue los mismos principios básicos que el de la cerveza de cebada, pero presenta algunas variaciones básicamente en la forma de obtener los azúcares fermentables contenidos en la cadena de almidón.

A continuación, se detallarán los procesos en el siguiente diagrama de flujo:

Diagrama de flujo 2
Proceso de elaboración de cerveza de agregados cerveceros (papa amarilla)



Papa nativa amarilla 'Tumbay'.

Se utiliza como agregado cervecero la papa amarilla fresca ya que esta condición permite aprovechar aromas, sólidos y sabores presentes en el producto; además de tener un agregado cervecero de bajo costo.

Cocción.

El proceso de cocción se realiza con el objetivo de ablandar el tejido de la papa. Esta condición favorece el estrujado con lo cual se deforma el tejido a fin de aumentar la superficie de contacto para la siguiente etapa de maceración.

Macerado de la "malta de papa"

El objetivo del macerado es convertir el almidón contenido en la papa en azúcares simples, siendo el más predominante la glucosa, para ser transformados en alcohol y CO^2 por las levaduras. Este proceso no puede darse de manera natural, a diferencia de la malta de cebada, ya que la papa no contiene los enzimas necesarios (amilasas) para llevarlo a cabo. Por este motivo en este procedimiento se le agrega estas enzimas con el objetivo de obtener la cantidad suficiente de azúcares simples para que se lleve a cabo la fermentación.

Según (Salazar, 2005) menciona que "el rango de acción óptimo para las enzimas amilasas está dado entre 30 a 39 °C, por lo cual se macera a temperatura constante de 35 °C por un tiempo de 10 minutos".

Cocción de la "malta de papa"

Antes de empezar la cocción es importante que no quede gran cantidad de restos de papa en el "mosto de papa" pues, pueden perjudicar el accionar las levaduras al estar en contacto directo con estas en el fondo de la cuba de fermentación.

Durante la ebullición se añade la cantidad de lúpulo previamente calculado, vigilando el tiempo de ebullición para que no esté hirviendo más tiempo del necesario, ya que esto provocaría una cerveza mucho más amarga. Los tiempos aproximados para conseguir las siguientes características del lúpulo son: 50 % de lúpulo al iniciar el hervido (para acentuar el amargor), 25 % de lúpulo a los 45 minutos (para acentuar el sabor), 25 % de lúpulo a los 55 minutos (para acentuar el aroma)

Enfriado del "mosto de papa"

Una vez finalizada la cocción y su filtración correspondiente, se procede a enfriar el "mosto de papa" lo más rápidamente posible, tomando como referencia los efectos en una cerveza a base de

malta de cebada, según (El Cantero Cevezas Artesanales, 2015) esta operación es fundamental porque:

- Si el mosto descansa mucho tiempo entre 30 y 50 ºC, habrá muchas posibilidades de invasión por organismos no deseados, tales como bacterias o levaduras salvajes.

- Puede producirse una oxidación, cosa que no debe producirse hasta que el mosto esté a menos de 24 ºC y se haya sembrado la levadura.

Primera fermentación.

Se agrega al mosto frío la levadura. Según (El Cantero Cevezas Artesanales, 2015) menciona que "la cantidad total de levadura que se inyecta se calcula teniendo en cuenta el volumen de mosto que contiene la cuba de fermentación. Durante la fermentación se debe comprobar diariamente la temperatura del mosto (temperatura ambiente entre 18 y 23 °C), así como hacer una cata visual, olfativa del mismo. Evaluando así su evolución y diagnosticando posibles contaminaciones o defectos en la fermentación".

Filtrado.

Según (El Cantero Cevezas Artesanales, 2015) menciona que "este proceso es importante ya que un buen filtrado asegura una cerveza visualmente atractiva, reteniendo los restos de levaduras y de las proteínas y granos restantes; no obstante, en algunos tipos de cerveza se busca dejar sedimentos como parte de las características de dichas cervezas".

Embotellado.

Antes de iniciar este proceso se carbonata la cerveza. La mayoría de cerveceros industriales y artesanales lo hacen de manera artificial, sin embargo, para las microcervecerías o las cervecerías caseras dicho proceso es costoso, por lo cual se valen del azúcar como ingrediente para la carbonatación de la cerveza. Por este motivo se le agrega una cantidad previamente determinada

en relación con la cantidad de cerveza y luego se procede al llenado de las botellas y su sellado con tapas metálicas.

Almacenado.

El almacenado también conocido como maduración o segunda fermentación es el proceso final para la obtención del producto. En este proceso la cerveza, por acción de las levaduras restantes, realiza una segunda fermentación la cual ayuda a la producción de espuma, acentúa los aromas y sabores y le confiere el color final a la cerveza todo ello por acción y reacciones químicas y enzimáticas.

MATERIALES Y MÉTODOS

LUGAR DE EJECUCIÓN.

Ubicación y características climáticas.

El trabajo experimental se realizó en la planta piloto y laboratorios de la Universidad San Ignacio de Loyola ubicados en los distritos de Pachacamac y La Molina, respectivamente; departamento de Lima, Perú; en los meses de febrero a julio del año 2017.

MATERIALES Y EQUIPOS

Equipos

- Balanza de plato.
- Cubas de fermentación.
- Cocina industrial.

Instrumentos.

- Vasos de precipitación (250 ml.)
- Probeta 100 ml.
- Densímetro.
- Termómetro.
- Balanza analítica.
- Potenciómetro.
- Pipeta 10 ml.
- Colador.
- Funda maceradora.
- Olla de acero inoxidable 20 litros.
- Embudo.

- Tapones de corcho.
- Airlocks (trampas de aire).
- Chapas corona.
- Enchapadora tipo cangrejo.

Materia prima e insumos.

Materia prima.

- Malta de cebada. Marca Malterie du Château®; distribuida por R&R Cerveceros, Pueblo Libre, Lima, Perú.
- Papa nativa amarilla ‘tumbay’; obtenida del mercado mayorista de Lima.
- Lúpulo Cascade. Obtenido de R&R Cerveceros.
- Agua de mesa. Marca Cielo; obtenida de las tiendas minoristas de Lima.

Insumos.

- Azúcar.
- Levaduras cerveceras. Marca Nottinghan Ale; distribuida por R&R Cerveceros.
- Gelatina sin sabor.
- Enzima (alfa-amilasa). Obtenida de Suministros Químicos S.A

Reactivos.

- Alcohol desinfectante.
- Hidróxido de sodio.
- Indicador (fenolftaleína.)

MÉTODOS.

Tipo y diseño de investigación.

Tipo de investigación.

El trabajo realizado fue de nivel descriptivo y de tipo cuantitativo. Se establecieron procedimientos experimentales los cuales arrojaron resultados que fueron medidos y cotejados en base a métodos validados.

Diseño de investigación.

El trabajo realizado buscó determinar la posibilidad de elaborar cerveza artesanal, con características organolépticas aceptables, propias de este tipo de producto, utilizando una mezcla de malta de cebada y papa nativa amarilla ‘tumbay’.

La estructuración de las formulaciones y la cantidad de ingredientes utilizados en los procedimientos mencionados se obtuvo de la revisión de recetas, y fueron evaluadas en una prueba preliminar, la cual tuvo como objetivo obtener una cantidad de muestras organolépticamente aceptables. En base a los resultados obtenidos y apoyados en investigaciones anteriores se obtuvo una formulación base sobre la cual se trabajaron las distintas variables para las posteriores pruebas de las cuales se obtuvo la formulación final del producto.

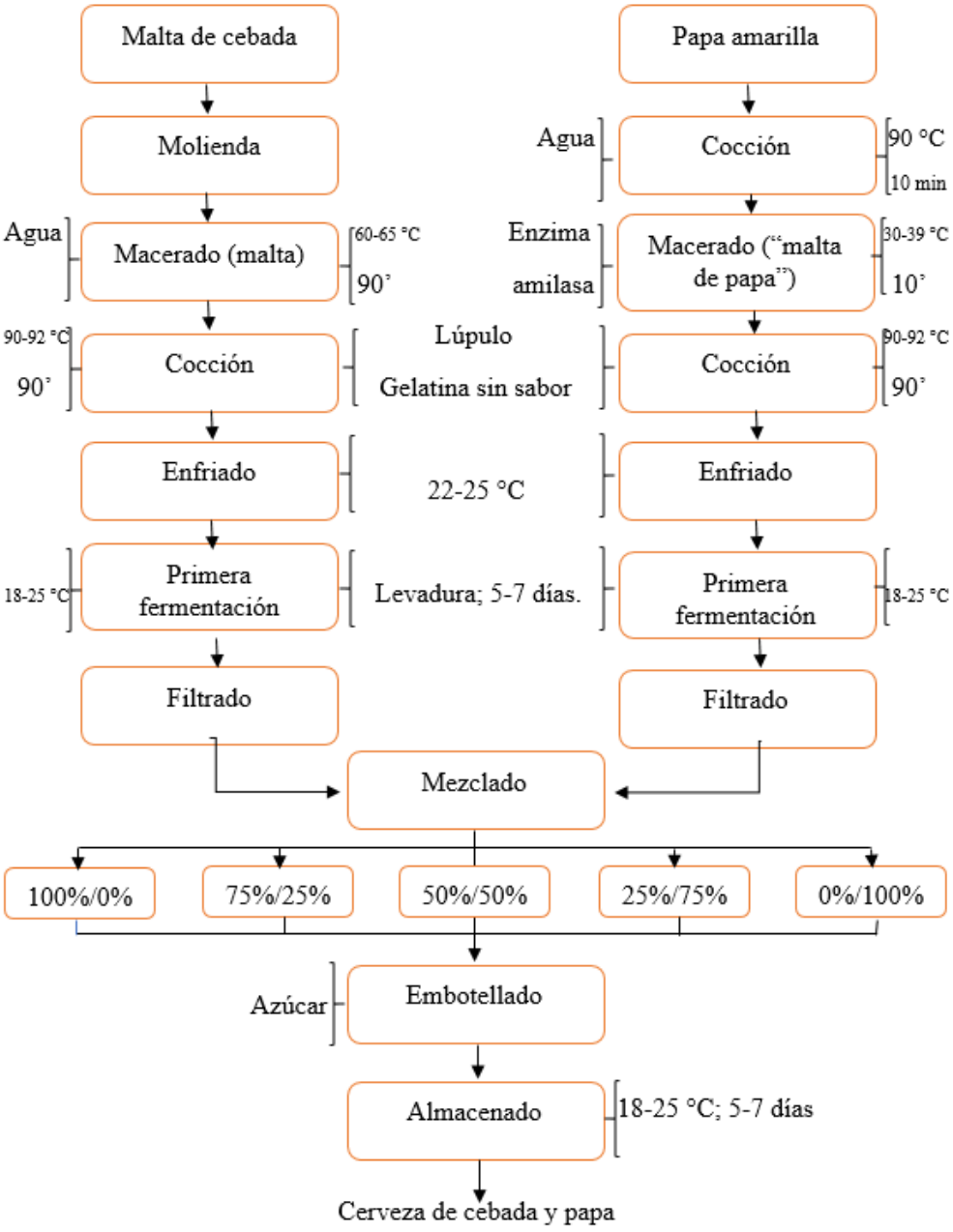
Los procesos comprendieron las siguientes etapas, la primera es la obtención de dos cervezas, una a base de malta de cebada y la otra a base de papa nativa amarilla ‘tumbay’, siguiendo los mismos procedimientos de elaboración respecto a ingredientes, tiempos y temperaturas; la segunda etapa es la mezcla entre dichas cervezas en distintas proporciones y una vez mezcladas la adición de un último ingrediente, determinando la de mejor característica organoléptica; la tercera etapa es la elaboración de cerveza con la utilización de la mejor proporción de la mezcla entre malta de cebada y papa nativa amarilla ‘tumbay’, en la preparación, como parte de un mismo proceso.

Variables.

Las variables de estudio en la evaluación de la cerveza artesanal a base de malta de cebada y papa nativa amarilla ‘tumbay’ fueron las cantidades de lúpulo, azúcar agregada y proporción entre malta de cebada y papa nativa amarilla ‘tumbay’.

ELABORACIÓN DE CERVEZA DE CEBADA Y CERVEZA DE PAPA

Diagrama de flujo 3
Elaboración de cerveza de cebada y cerveza de papa.



Elaboración de cerveza de Cebada (Proceso tradicional)

Malta de cebada.

Se trabajó con granos de cebada, ya malteados y listos parar ser molidos.

Molienda.

El primer paso antes de la elaboración consistió en el pesaje y la molienda de la malta con la ayuda de un molino de tornillo sin fin.

Los valores esperados a obtener fueron un 20% de harina, un 50% de grano partido y un 30% de grano entero aproximadamente.

Macerado de la malta.

Se procedió a colocar agua de mesa embotellada en la cantidad previamente calculada y se elevó la temperatura del medio hasta el nivel óptimo para la acción enzimática.

Para las pruebas de la presente investigación se utilizó tempura constante (60-65 °C) a fin de obtener resultados uniformes para todas las muestras.

Cocción del mosto.

Antes de empezar la cocción es importante asegurarse de que no queden restos de cereal o de harina en el mosto, pues pueden causar astringencia y sabores no deseados en la cerveza, para asegurar estás condiciones se filtró el mosto utilizando una tela de filtrado.

Para conseguir las siguientes características del lupulizado se agregaron las siguientes cantidades: 50 % de lúpulo al iniciar el hervido (para acentuar el amargor), 25 % de lúpulo a los 45 minutos (para acentuar el sabor), 25 % de lúpulo a los 55 minutos (para acentuar el aroma)

Enfriado del mosto.

Una vez finalizada la cocción y su filtración correspondiente, se procedió a enfriar el mosto lo más rápidamente posible. Para el enfriado del mosto se procedió a colocar la olla de macerado en

baño maría con la colocación de hielo y agua, con el objetivo de bajar la temperatura de 92 a 25 °C en un tiempo aproximado de 45 minutos.

Primera fermentación.

Se agregó al mosto frío (20 °C) la levadura. La cantidad de levadura que se inoculó se calculó tomando como referencia el volumen de mosto presente en la cuba de fermentación. Durante la fermentación se comprobó diariamente la temperatura del mosto (temperatura ambiente entre 18 y 23 °C), y se realizó la cata visual y olfativa del mismo. De esa manera se controló la evolución durante la fermentación.

Elaboración de cerveza de papa nativa amarilla 'tumbay'.

Papa nativa amarilla 'Tumbay'.

Para la presente investigación se utilizó papa nativa amarilla 'tumbay' fresca con el fin de aprovechar sólidos, aromas y sabores presentes en el producto, y de tener un agregado cervecero de gran capacidad productiva.

Cocción.

Se sumergió la papa, previamente pesada y lavada, en agua y se elevó la temperatura del medio hasta ebullición por un tiempo de 10 a 15 minutos.

Macerado de la "malta de papa"

Se agregó agua de mesa embotellada y se elevó la temperatura del medio hasta 35 °C, se adicionó la papa, previamente cocida, y se le agregó enzima amilasa con el objetivo de obtener la cantidad suficiente de azúcares simples para que se lleve a cabo la fermentación.

Cocción de la "malta de papa"

Previamente se filtró el mosto utilizando una tela de filtrado. Durante la ebullición se fue añadiendo la cantidad de lúpulo previamente calculada, vigilando el tiempo de ebullición para que

no esté hirviendo más tiempo del necesario, ya que esto provocaría una cerveza mucho más amarga.

Para conseguir las siguientes características del lupulizado se agregaron las siguientes cantidades: 50 % de lúpulo al iniciar el hervido (para acentuar el amargor), 25 % de lúpulo a los 45 minutos (para acentuar el sabor), 25 % de lúpulo a los 55 minutos (para acentuar el aroma)

Enfriado del "mosto de papa"

Una vez finalizada la cocción y su filtración correspondiente, se procedió a enfriar el "mosto de papa" lo más rápidamente posible.

Para el enfriado del "mosto de papa" se procedió a colocar la olla de macerado en baño maría con la colocación de hielo y agua, con el objetivo de bajar la temperatura de 92 a 25 °C en un tiempo aproximado de 45 minutos.

Primera fermentación.

Se agregó al mosto frío la levadura. La cantidad total de levadura que se inoculó se calculó teniendo como referencia el volumen de mosto presente en la cuba de fermentación. Durante la fermentación se comprobó diariamente la temperatura del mosto (temperatura ambiente entre 18 y 23 °C), y se realizó la cata visual y olfativa del mismo. De esa manera se controló la evolución durante la fermentación.

Descripción de la obtención de la cerveza en base a la mezcla de malta de cebada y de papa nativa amarilla 'tumbay'.

Mezclado.

El proceso de mezclado se realizó terminada la primera fermentación. Antes de iniciar esta operación, se procedió a desinfectar, con alcohol puro de 96°, los instrumentos a utilizar y las botellas.

Con la ayuda de una probeta se procedió a llenar botella a botella las cantidades de cerveza de malta de cebada junto a la cerveza de papa nativa amarilla ‘tumbay’, previamente calculadas en porcentaje. Posteriormente se rotuló cada botella a fin de identificar la proporción contenida de cada una de las cervezas en su interior.

Embotellado.

En esta operación se procedió a adicionar azúcar de manera individual a cada una de las botellas, previamente calculada en base a la cantidad de cerveza, para generar la carbonatación y producción de espuma a cada una de las muestras. Posteriormente se procedió a sellar cada botella con chapas metálicas, y para ello se utilizó una enchapadora manual de tipo cangrejo.

Almacenado.

El almacenaje de las botellas se hizo a temperatura ambiente (18 a 25 °C) durante 7 días en los cuales se llevó a cabo la maduración y la segunda fermentación realizada por parte de las levaduras restantes en el medio, las cuales tomaron como sustrato el azúcar agregado.

ELABORACIÓN DE CERVEZA A BASE DE MALTA DE CEBADA Y PAPA NATIVA AMARILLA ‘TUMBAY’

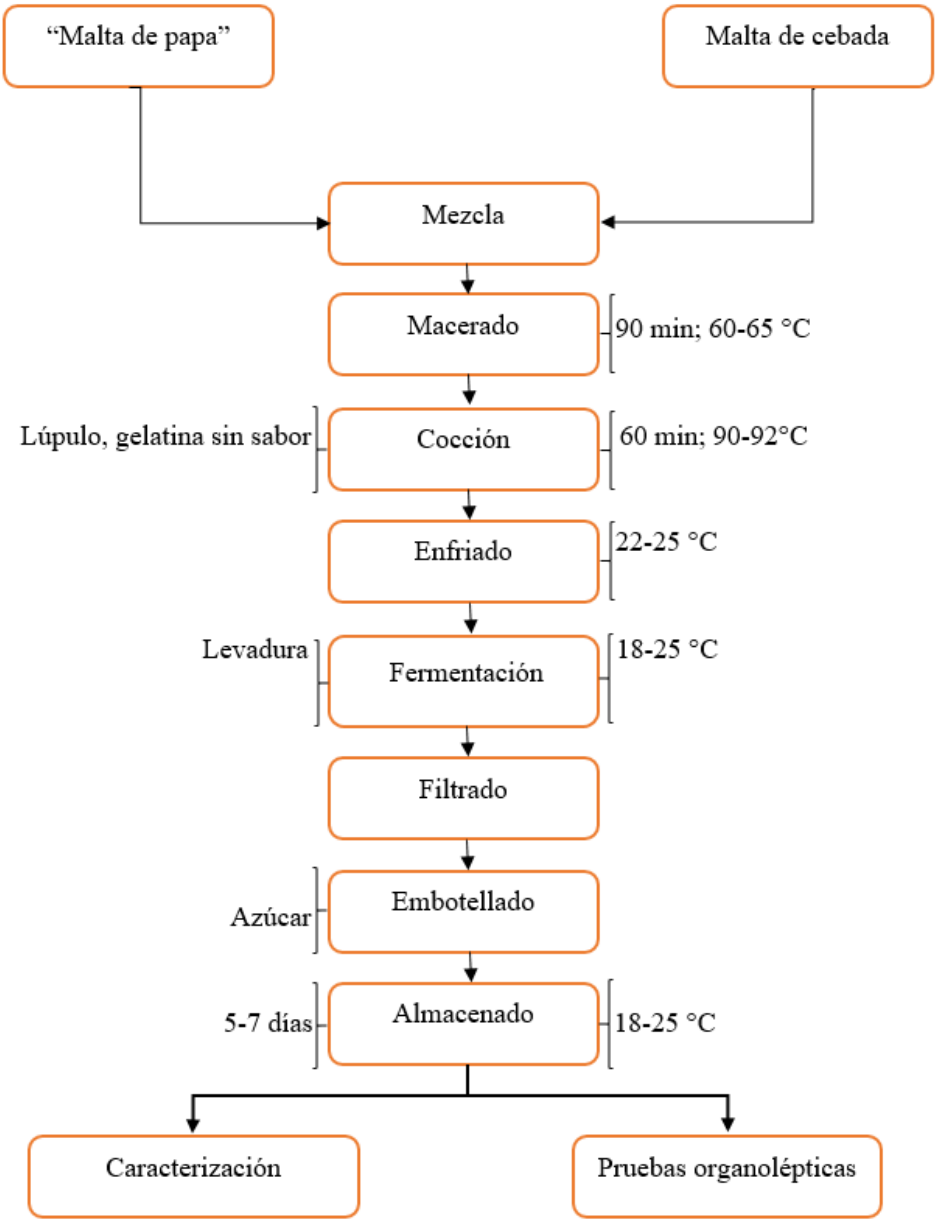
Con la obtención de los resultados de los procesos anteriormente descritos, para la elaboración de cerveza de malta de cebada y cerveza de papa nativa amarilla “tumbay”, se logró hallar la proporción más aceptada de la combinación entre cerveza de malta de cebada y cerveza de papa nativa amarilla ‘tumbay’, con lo cual se determinó la variable “proporción entre malta de cebada y papa nativa amarilla ‘tumbay’”.

A partir de estos resultados se procedió a determinar las otras variables elaborando una sola cerveza que incluya desde la maceración las cantidades de malta de cebada y “malta de papa” determinadas en las pruebas organolépticas.

A continuación, se detalla en el siguiente diagrama de flujo el nuevo procedimiento para la determinación de las variables restantes.

Diagrama de flujo 4

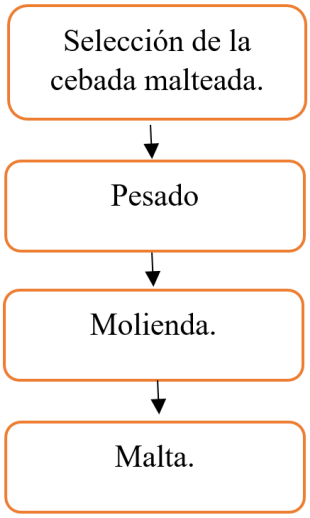
Elaboración de cerveza a base de malta de cebada y papa nativa amarilla 'tumbay' para 6.5 Litros



Nota: Los procesos que se describen a continuación presentan los mismos principios mencionados líneas arriba, solo se detallarán aquellos que presenten variaciones significativas.

Acondicionamiento de la malta de cebada.

Diagrama de flujo 5
Acondicionamiento de la malta de cebada



Selección de la cebada malteada.

Esta operación se realizó con el fin de detectar y retirar las posibles impurezas presentes en los granos de la cebada malteada.

Imagen 5

Selección de los granos de cebada malteada

Pesado.

Se pesó 1463 g de malta, la cantidad necesaria para llevar a cabo la elaboración de 6.5 litros de cerveza a base de cebada y papa.

Imagen 6

Pesado del grano de cebada malteada

Molienda.

molienda se realizó utilizando un molino de granos de uso manual. En esta operación los valores obtenidos fueron un 20% de harina, un 50% de grano partido y un 30% de grano entero aproximadamente.

Imagen 7

Molino de tornillo sin fin

Malta de cebada.

El producto seleccionado, pesado y molido, de acuerdo con los requerimientos de los procesos, quedó listo para ser macerado junto a la “malta de papa”

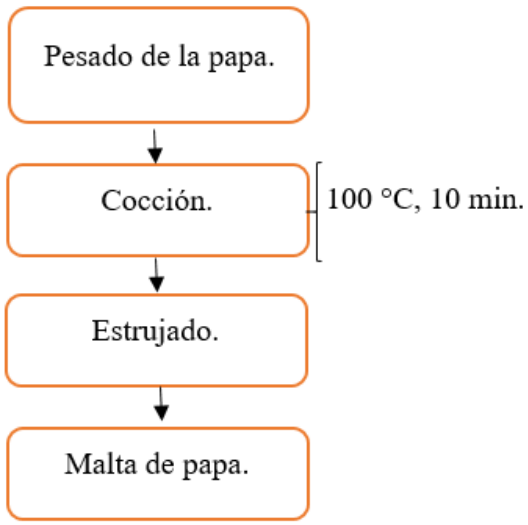
Imagen 8

Malta de granos de malta de cebada molida

Descripción de la elaboración de la “malta de papa”.

A continuación, en el siguiente diagrama de flujo, se detallan los procesos para la elaboración de la denominada “malta de papa”

Diagrama de flujo 6
Descripción de la elaboración de la "malta de papa"



Pesado de la papa.

Se pesó un aproximado de 171 g de papa, la cantidad necesaria para llevar a cabo la elaboración de 6.5 litros de cerveza a base de malta de cebada y papa nativa amarilla ‘tumbay’.

Imagen 9

Pesado de la papa nativa amarilla ‘tumbay’

Cocción.

Esta operación se realizó con el fin de ablandar el tejido de la papa, se cocinó la papa a 100 °C durante 10 minutos, hasta obtener la consistencia que permitiera su posterior estrujado.

Imagen 10

Cocción de la papa nativa amarilla ‘tumbay’

Estrujado.

Esta operación se llevó a cabo con el objetivo de ampliar la superficie de contacto entre la papa y el medio en el que se realizará la maceración. Para realizarla se procedió a aplastar la papa, reiteradas veces con la ayuda de una cuchara metálica, hasta lograr la expansión de su superficie de contacto.

"Malta de papa".

El producto obtenido del pesado, cocción y estrujado de la papa se denominó como "malta de papa" ya que se usó como agregado cervecero con la misma función que la malta de cebada para la elaboración de la cerveza artesanal.

Imagen 11

"Malta de papa nativa amarilla 'tumbay'"

Elaboración de la cerveza a base de malta cebada y papa nativa amarilla 'tumbay'.

Mezcla.

Este proceso consistió en juntar la malta de cebada (1463 gramos) y el agregado cervecero denominado como "malta de papa" (170 gramos), dentro de una olla de acero inoxidable, con 7.5 litros de agua para la obtención final de 6.5 litro de cerveza.

Macerado.

Se elevó la temperatura del medio entre 60 a 65 ºC y se mantuvo constante por 90 minutos, con el objetivo de que la malta absorba el agua caliente y se activen las enzimas diastasas encargadas de destruir el núcleo del almidón tanto de la mata de cebada como de la “malta de papa” transformándolos en azúcares fermentables.

Se obtuvo un líquido de color marrón, poco denso y dulce, denominado “mosto”.

Al pasar los 90 minutos se realizó el trasvase del mosto de la olla de macerado hacia la olla de cocción.

Imagen 12

Macerado de la malta de cebada junto a la "malta de papa nativa amarilla ‘tumbay’".

Cocción.

Se mantuvo durante 60 minutos en ebullición, y se adicionó 5.85 gramos de lúpulo, el cual no sólo limita su utilización a dar amargor, sabor y aroma a la cerveza, sino que también sirve para prolongar la vida útil una vez embotellada, evitando la proliferación de bacterias.

Las adiciones de lúpulo se realizaron de la siguiente manera: al comenzar a hervir 2.93 gramos para acentuar el amargor, a los 45 minutos 1.46 gramos para acentuar el sabor y a los 55 minutos 1.46 gramos para acentuar el aroma.

Imagen 13

Cocción del mosto de cebada y "papa nativa amarilla ‘tumbay’"

Al minuto 55, además del lúpulo, se adicionó gelatina sin sabor (2 gramos) para precipitar las proteínas del mosto, que son producidas por el lúpulo y las maltas, y lograr que estas se depositen en el fondo de la olla por decantación.

La cocción tomó 60 minutos en los cuales se procedió a lupulizar el mosto (darle amargor, sabor y aroma), eliminar proteínas, partículas que enturbian la cerveza y esterilizar el medio para su posterior fermentación.

Imagen 14

Lúpulo en pellets

Enfriado.

La olla de fue sumergida dentro de una bañera, a la cual se colocó agua fría y hielo, para de esa manera bajar la temperatura de 92 a 25 ºC, en aproximadamente 45 minutos.

Imagen 15

Enfriamiento del mosto en baño maría

Fermentación.

Teniendo el mosto a una temperatura entre 22 a 25 ºC, se trasvasó a la cuba de fermentación previamente desinfectada con alcohol, para evitar la contaminación con microorganismos. Trasvasado el mosto se agregó la levadura, ya activada, y se agitó la cuba para oxigenar el mosto y las levaduras puedan trabajar mejor.

Para activar la levadura se colocó de 150 ml de agua, hervida y enfriada, a una temperatura de entre 22 a 25 ºC; se adicionó 2.25 gramos de levadura cervecera en 6.5 litros de mosto y se dejó reposar durante 5 min.

Imagen 16

Activación de las levaduras

Luego se procedió a tapar con el tapón de corcho y colocar el airlock, el cual sirvió para evitar el ingreso de aire y al mismo tiempo dejar escapar el gas generado por la fermentación, de esa manera se evita que la cuba pueda explotar a causa de la presión generada por el gas.

Imagen 17

Airlock

La cuba se mantuvo a temperatura ambiente (18 a 25 º C) durante 7 días, durante los primeros 4 días se observó una actividad constante dentro de la cuba, generando espuma de color marrón y movimiento de elementos con ascenso y descenso dentro del mosto. A partir del cuarto día, la actividad prácticamente cesó; se observó que en el fondo de la cuba se comenzó a formar una capa de residuos producto de la fermentación por decantación y la cerveza comenzó a adquirir un color diferente.

Imagen 18

Fermentación de la cerveza a base de cebada y papa nativa amarilla ‘tumbay’

Filtrado.

Pasados los 7 días de fermentación, se trasvasó la cerveza desde la cuba de fermentación a una segunda cuba. Esta operación se realizó para eliminar la capa de residuos, que se formaron durante la fermentación, utilizando una malla para filtrado; finalmente se obtuvo una pérdida del 15% por residuos.

Embotellado.

Luego del proceso de filtrado se calculó la cantidad de azúcar necesaria ha adicionar para realizar la segunda fermentación, la cual fue de 8 gramos por litro de cerveza haciendo un total de 52 gramos los cuales se disolvieron en agua a 85 °C, la cantidad de agua se determinó en base a las pérdidas sufridas en los distintos procesos a fin de obtener los 6.5 litros deseados. El azúcar disuelto se mezcló con el resto del mosto con la finalidad de obtener una cerveza entre 5 a 6,5 ºGL (grado alcohólico) y la generación de espuma.

La fermentación secundaria y maduración tuvieron una duración de 14 días.

Imagen 19

Cerveza a base de malta de cebada y papa nativa amarilla ‘tumbay’

Se utilizaron botellas de vidrio de color ámbar con 330 milímetros de capacidad. Una vez selladas las botellas se dejó a temperatura ambiente (18 a 25 º C) teniendo en cuenta que se debe mantener una temperatura óptima para que se pueda realizar la segunda fermentación dentro de la botella y así generar alcohol y gas.

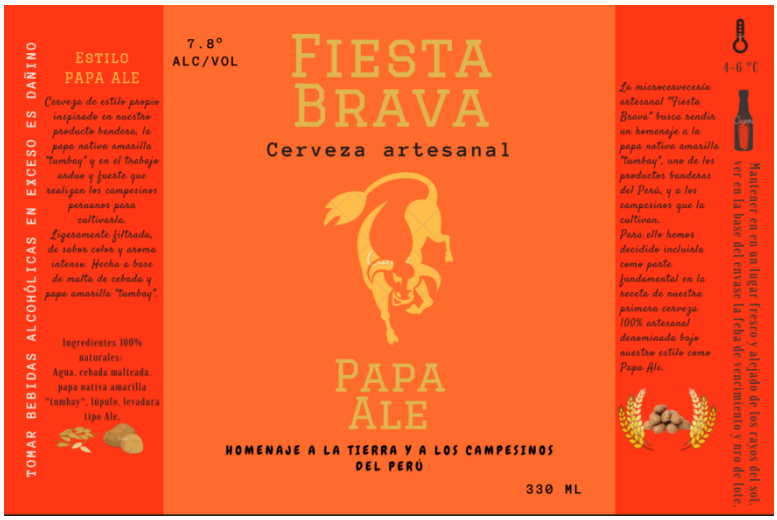


Imagen 20

Etiqueta del producto final

MÉTODOS DE CONTROL DE CALIDAD

Pruebas organolépticas.

Las pruebas organolépticas fueron realizadas con la metodología de la prueba de ordenación (Sancho, Bota, & de Castro, 1999), la cual consiste simplemente en ordenar las muestras teniendo en cuenta el mismo criterio según su aceptación, colocando en primer lugar la mejor y así sucesivamente hasta que la peor ocupe el último lugar. Finalmente, para analizar resultados con nivel de significación estadístico, según el método de Kramer y Twigg (1972), se compara la suma de los valores dados por el panel a cada muestra con los valores que se encuentran en la tabla adjuntada en el anexo 02, donde para un determinado número de tratamientos (o número de muestras) y de repeticiones (o número de panelistas) se dan dos pares de cifras. Los valores

inferiores son para comparación de un tratamiento contra otros y los superiores para comparación de tratamientos entre ellos.

Aquellas muestras que alcanzaron un valor inferior al rango dado por la tabla son las muestras aceptadas por el panel, siendo rechazadas las que alcanzaron un valor superior al rango.

Cuando el valor alcanzado por una o varias muestras está dentro de los límites fijados por la tabla no se puede decir que algunas de esas muestras sean superior o inferior.

En la aplicación de este método no se requiere de la evaluación de un panel entrenado.

Análisis fisicoquímico.

Los métodos de análisis que se describen a continuación fueron empleados para determinar algunas de las propiedades resaltantes de la cerveza. Los procedimientos de los mismos están detallados en la parte de los anexos.

pH.

Medición del pH de la cerveza usando el pH-metro de sobremesa de la marca CRISON, presente en el laboratorio. (Ramírez, 2016)

Grado alcohólico.

Es la resta de la densidad inicial del mosto (antes de iniciar la fermentación) menos la densidad final (acabada la fermentación), usando un densímetro o hidrómetro, en 100 mililitros de mosto, multiplicado por un factor (131) a una temperatura de 20 grados centígrados. (Ramírez, 2016)

Acides titulable.

Método para determinar la concentración total de ácidos; una alícuota de la solución que contiene el ácido se titula con una solución estándar de álcali hasta el punto en el cual una cantidad equivalente de la base ha sido añadida. Este punto final puede detectarse mediante indicadores como el cambio de color. (Ramírez, 2016)

Color.

La determinación del color se realizó siguiendo lo estipulado por la norma técnica peruana, en la cual se indica que se debe utilizar el sistema de la European Brewing Convention (EBC), el cual consiste en medir la absorbancia de la luz en la cerveza en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 430 nm, a través de una cubeta de 1 cm de longitud. Siguiendo estos pasos se halla el resultado mediante la siguiente ecuación:

$$\underline{\text{Absorbancia de la cerveza a 430 nm x 12.7}} = \text{Color en unidades EBC.}$$

(Rodríguez, 2003)

Estabilidad de la Espuma.

Es la determinación del tiempo de residencia de las burbujas de cerveza por medio de correlaciones empíricas al comparar una muestra a evaluar frente a otra perteneciente a un producto existente y de gran aceptación en el mercado. (Diseño propio)

RESULTADOS Y DISCUSIONES

La evaluación y discusión de los resultados del presente trabajo se ha realizado considerando un procedimiento de aproximaciones sucesivas, de modo tal que los resultados de una etapa han servido de base para la siguiente etapa.

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS ORGANOLÉPTICAS.

Prueba Preliminar.

La prueba preliminar se realizó de acuerdo a lo expresado en el anexo 01; para ello se contó con el personal de la planta piloto de la Universidad San Ignacio de Loyola y se pudo estimar que en las muestras evaluadas, las variables en estudio (cantidad de lúpulo, proporción de cerveza de malta de cebada y cerveza de papa nativa amarilla ‘tumbay’, y cantidad de azúcar agregada) con mejor aceptación organoléptica fueron las que tenían como características mayor cantidad de lúpulo (entre 0.7 y 0.9 gramos por litro de mosto), mayor proporción de cerveza de cebada (teniendo como máxima cantidad aceptable un 50% de cerveza de papa) y mayor cantidad de azúcar agregada (entre 7 y 9 gramos de azúcar por litro de cerveza).

Para las siguientes pruebas se siguieron los mismos procesos descritos en el diagrama de flujo para la elaboración de cerveza de malta de cebada y cerveza de papa nativa amarilla ‘tumbay’ (Diagrama de flujo 3) con cambios sucesivos para las variables evaluadas en cada una de las pruebas organolépticas.

Primera prueba organoléptica.

A partir de los resultados obtenidos en la prueba preliminar se trabajó con las variables cantidad de lúpulo y cantidad de azúcar agregada; en cantidades intermedias fijas con el objetivo de determinar la proporción más aceptada de la mezcla entre cerveza de malta de cebada y cerveza de papa nativa amarilla ‘tumbay’.

La cantidad de lúpulo que se utilizó fue de 0.8 gramos por litro de mosto.

La cantidad de azúcar agregada que se utilizó fue de 8 gramos por litro de cerveza.

Las proporciones de cerveza de cebada y cerveza de papa para mezclar fueron las siguientes 100%/0%, 88%/12%, 75%/25%, 62%/38% y 50%/50%, respectivamente.

Las muestras para analizar fueron cinco y se rotularon con símbolos de figuras. Para una mejor explicación las figuras fueron reemplazadas por la letra M tal como muestra la siguiente tabla.

Tabla 5
Simbología muestral en la primera prueba organoléptica.

Símbolo	M1	M2	M3	M4	M5
Proporción	100% cebada. 0% papa.	88% cebada. 12 % papa.	75% cebada. 25% papa.	62% cebada. 38% papa.	50% cebada. 50% papa.

Fuente: Elaboración propia

El número de panelistas (catadores) fue cinco, los cuales siguieron las indicaciones según la ficha adjuntada en el anexo 08.

Resultado de la primera prueba organoléptica.

Tabla 6
Resultados de la primera prueba organoléptica.

	Muestras				
Atributos	M1	M2	M3	M4	M5
Color	6	9	16	21	23
Aroma	9	8	16	20	22
Sabor	9	6	17	22	21

Fuente: Elaboración propia.

Aplicando la tabla de Kramer & Twigg (1972), adjuntada en el anexo 02, para 5 muestras o tratamientos y 5 repeticiones o replicados, se obtiene un par de números 8-22 que significa que los valores inferiores a 8 y superiores a 22 presentan diferencia significativa en las muestras evaluadas.

Para el atributo color se asume que las muestras M1 y M5 son significativamente diferentes, siendo M1 la muestra más aceptada y M5 la muestra menos aceptada.

Para el atributo aroma se asume que la muestra M5 es significativamente diferente, siendo M5 la muestra menos aceptada.

Para el atributo sabor se asume que la muestra M2 es significativamente diferente, siendo M2 la muestra más aceptada.

Interpretación de los resultados de la primera prueba organoléptica.

Con los resultados obtenidos se elaboró la siguiente tabla.

Tabla 7
Interpretación de los resultados de la primera prueba organoléptica.

Atributos	Mayor aceptación	Sin diferencia significativa	Menor aceptación
Color	M1	M2, M3, M4	M5
Aroma	-	M1, M2, M3, M4	M5
Sabor	M2	M1, M3, M4, M5	-

Fuente: Elaboración propia.

Las características principales para reconocer una buena cerveza según (Boan, 2013), según sus atributos son la tomabilidad (sabor), espuma, cuerpo, color y aroma.

Para esta prueba se tomó como característica principal al sabor, el cual indica que la muestra M2 (88% cebada y 12% papa) fue la más aceptada. Como segunda característica se tomó el color siendo la muestra M1 (100% cebada y 0% papa) la más aceptada. Finalmente, como tercera

característica se tomó el aroma no registrándose una muestra aceptada, pero si se obtuvo la muestra M5 (50% cebada y 50% papa) con un nivel de rechazo significativo.

La interpretación de estos resultados sirvió para establecer las variables para la siguiente prueba tomando como bases a las muestras M1 y M2; a partir de estas se ajustaron los rangos y se modificaron las cantidades en los ingredientes con el fin de obtener una muestra con aceptabilidad significativa en las tres características organolépticas medidas.

Segunda prueba organoléptica.

A partir de los resultados en la primera prueba organoléptica se trabajó con las variables lúpulo y cantidad de azúcar agregada en cantidades intermedias fijas a fin de determinar la proporción final de la mezcla de cerveza de malta de cebada y cerveza de papa nativa amarilla ‘tumbay’.

La cantidad de lúpulo que se utilizó fue de 0.8 gramos por litro de mosto.

La cantidad de azúcar agregada que se utilizó fue de 8 gramos por litro de cerveza.

Las proporciones de cerveza de cebada y cerveza de papa para mezclar fueron las siguientes 100%/0%, 97%/3%, 94%/6%, 91%/9% y 88%/12%, respectivamente.

Las muestras para analizar fueron cinco y se rotularon con símbolos de figuras. Para una mejor explicación las figuras fueron reemplazadas por la letra M tal como muestra la siguiente tabla.

Tabla 8
Simbología muestral en la segunda prueba organoléptica.

Símbolo	M1	M2	M3	M4	M5
Proporción	100% cebada 0 % papa	97% cebada 3% papa	94% cebada 6 % papa	91% cebada 9% papa	88% cebada 12% papa

Fuente: Elaboración propia.

El número de panelistas (catadores) fue cinco, los cuales siguieron las indicaciones según la ficha adjuntada en el anexo 08.

Resultado de la segunda prueba organoléptica.

Tabla 9
Resultados de la segunda prueba organoléptica.

	Muestras				
Atributos	M1	M2	M3	M4	M5
Color	21	17	8	7	22
Aroma	12	9	12	19	23
Sabor	19	20	13	6	17

Fuente: Elaboración propia.

Aplicando la tabla de Kramer & Twigg (1972), adjuntada en el anexo 02, para 5 muestras o tratamientos y 5 repeticiones o replicados, se obtiene un par de números 8-22 que significa que los valores inferiores a 8 y superiores a 22 presentan diferencia significativa.

Para el atributo color se puede afirmar que la muestra M4 es significativamente diferente, siendo M4 la muestra más aceptada.

Para el atributo aroma se puede afirmar que la muestra M5 es significativamente diferente, siendo M5 la muestra menos aceptada.

Para el atributo sabor se puede afirmar que la muestra M4 es significativamente diferente, siendo M4 la muestra más aceptada.

Interpretación de los resultados de la segunda prueba organoléptica.

Con los resultados obtenidos se elaboró la siguiente tabla.

Tabla 10
Interpretación de los resultados de la segunda prueba organoléptica.

Atributos	Mayor aceptación	Sin diferencia significativa	Menor Aceptación
Color	M4	M1, M2, M3, M5	-
Aroma	-	M1, M2, M3, M4	M5
Sabor	M4	M1, M2, M3, M5	-

Fuente: Elaboración propia.

Las características principales para reconocer una buena cerveza según (Boan, 2013), según sus atributos son la tomabilidad (sabor), espuma, cuerpo, color y aroma.

Para esta segunda prueba se tomó como característica principal al sabor, el cual indica que la muestra M4 (91% cebada y 9% papa) fue la más aceptada. Como segunda característica se tomó el color siendo la muestra M4 (91% cebada y 9% papa) la más aceptada. Finalmente, como tercera característica se tomó el aroma no registrándose una muestra aceptada, pero si se tuvo a la muestra M5 (88% cebada y 12% papa) la cual fue la menos aceptada.

La interpretación de estos resultados sirvió para determinar la proporción final a utilizar como base para la determinación de las variables cantidad de lúpulo y cantidad de azúcar agregada.

Se utilizó la muestra M4 (91% cebada y 9% papa), a partir de esta se ajustaron los rangos para una siguiente prueba con el fin de determinar la cantidad de lúpulo con mayor aceptación organoléptica.

Tercera prueba organoléptica.

A partir de los resultados obtenidos en la segunda prueba organoléptica se trabajó con la variable cantidad de azúcar agregada en una cantidad intermedia fija con el fin de determinar la

cantidad más aceptada de lúpulo para la proporción final en la mezcla entre cerveza de cebada y cerveza de papa. A partir de esta prueba se siguieron los procedimientos del Diagrama de flujo 4

La cantidad de azúcar agregada que se utilizó fue de 8 gramos por litro de cerveza.

La proporción final utilizada entre cerveza de malta de cebada y papa nativa amarilla ‘tumbay’ fue de 91% y 9%, respectivamente.

Las cantidades de lúpulo utilizadas fueron de 0.7, 0.8 y 0.9 gramos por litro de mosto.

Las muestras para analizar fueron tres y se rotularon con símbolos de figuras. Para una mejor explicación las figuras fueron reemplazadas por la letra M tal como muestra la siguiente tabla.

Tabla 11
Simbología muestral de la tercera prueba organoléptica.

Símbolo	M1	M2	M3
Cantidad de lúpulo	0.7 gramos por litro de mosto	0.8 gramos por litro de mosto	0.9 gramos por litro de mosto

Fuente: Elaboración propia.

El número de panelistas (catadores) fue siete, los cuales siguieron las indicaciones según la ficha adjuntada en el anexo 08.

Resultado de la tercera prueba organoléptica.

Tabla 12
Resultados de la tercera prueba organoléptica.

	Muestras		
Atributos	M1	M2	M3
Color	18	8	16
Aroma	18	13	11
Sabor	19	8	16

Fuente: Elaboración propia.

Aplicando la tabla de Kramer & Twigg (1972), adjuntada en el anexo 02, para 3 muestras o tratamientos y 7 repeticiones o replicados, se obtiene un par de números 10-18 que significa que los valores inferiores a 10 y superiores a 18 presentan diferencia significativa.

Para el atributo color se puede afirmar que la muestra M2 es significativamente, siendo M2 la muestra más aceptada.

Para el atributo aroma se puede afirmar que las muestras no presentaron diferencias significativas entre ellas.

Para el atributo sabor se puede afirmar que las muestras M1 y M2 presentan diferencia significativa, siendo M2 la muestra más aceptada y M1 la muestra menos aceptada.

Interpretación de los resultados de la tercera prueba organoléptica.

Con los resultados obtenidos se elaboró la siguiente tabla.

Tabla 13
Interpretación de los resultados de la tercera prueba organoléptica.

Atributos	Mayor aceptación.	Sin diferencia significativa.	Menor aceptación.
Color	M2	M1, M3	-
Aroma		M1, M2, M3	
Sabor	M2	M3	M1

Fuente: Elaboración propia.

Las características principales para reconocer una buena cerveza según (Boan, 2013), según sus atributos son la tomabilidad (sabor), espuma, cuerpo, color y aroma.

Para esta tercera prueba se tomó como característica principal al sabor, el cual indicó que la muestra M2 (0.8 gramos de lúpulo por litro de mosto) fue la más aceptada. Como segunda característica se tomó el color siendo la muestra M2 (0.8 gramos de lúpulo por litro de mosto) fue

la más aceptada y la muestra M1 (0.7 gramos de lúpulo por litro de mosto) la menos aceptada. Finalmente, como tercera característica se tomó el aroma no registrándose una muestra con diferencia significativa.

La interpretación de estos resultados sirvió para determinar la cantidad final de lúpulo a utilizar.

Se utilizó la muestra M2 (0.8 gramos de lúpulo por litro y 91% malta de cebada y 9% papa amarilla). Se ajustaron los rangos para una siguiente prueba con el fin de determinar la cantidad de azúcar agregada que presente mayor aceptación organoléptica.

Cuarta prueba organoléptica.

A partir de los resultados obtenidos en la cuarta prueba organoléptica se procedió a evaluar la última variable, cantidad de azúcar agregada, teniendo las cantidades fijas para las variables restantes.

La proporción final utilizada entre malta de cebada y papa nativa amarilla ‘tumbay’ fue de 91% y 9%, respectivamente.

La cantidad de lúpulo utilizado fue de 0.8 gramos por litro de mosto.

Las cantidades de azúcar agregada a utilizar fueron de 7, 8 y 9 gramos por litro de cerveza.

Las muestras para analizar fueron tres y se rotularon con símbolos de figuras. Para una mejor explicación las figuras fueron reemplazadas por la letra M tal como muestra la siguiente tabla.

Tabla 14
Simbología muestral de la cuarta prueba organoléptica.

Símbolo	M1	M2	M3
Cantidad de azúcar agregada	7 gramos por litro de cerveza	8 gramos por litro de cerveza	9 gramos por litro de cerveza

Fuente: Elaboración propia.

El número de panelistas (catadores) fue siete, los cuales siguieron las indicaciones según la ficha adjuntada en el anexo 08.

Resultado de la cuarta prueba organoléptica.

Tabla 15
Resultados de la cuarta prueba organoléptica.

	Muestras		
Atributos	M1	M2	M3
Espuma	14	8	20
Sabor	20	10	12

Fuente: Elaboración propia.

Aplicando la tabla de Kramer & Twigg (1972), adjuntada en el anexo 02, para 3 muestras o tratamientos y 7 repeticiones o replicados, se obtiene un par de números 10-18 que significa que los valores inferiores a 10 y superiores a 18 presentan diferencia significativa.

Para el atributo espuma se puede afirmar que las muestras M2 y M3 son significativamente diferentes, siendo M2 la muestra más aceptada y M3 la muestra menos aceptada.

Para el atributo sabor se puede afirmar que la muestra M1 presenta diferencia significativa, siendo M1 la menos aceptada.

Interpretación de los resultados de la cuarta prueba organoléptica.

Tabla 16
Interpretación de los resultados de la cuarta prueba organoléptica.

Atributos	Más aceptada	Sin diferencia significativa	Menos aceptada
Espuma	M2	M1	M3
Sabor	-	M2, M3	M1

Fuente: Elaboración propia.

Las características principales para reconocer una buena cerveza según (Boan, 2013), según sus atributos son la tomabilidad (sabor), espuma, cuerpo, color y aroma.

Para esta quinta prueba se tomó como característica principal el sabor, no determinándose una muestra con diferencia significativa en cuanto a la aceptación, pero si se determinó que la muestra M1 (7 gramos de azúcar) como la de menor aceptación. Como segunda característica se tomó la espuma siendo la muestra M2 (8 gramos de azúcar) la más aceptada y la muestra M3 (9 gramos de azúcar) la menos aceptada.

La interpretación de estos resultados sirvió para determinar la cantidad de final de ingredientes a utilizar para la elaboración del producto final.

Se utilizó la muestra M2 (0.8 gramos de lúpulo por litro de mosto; 8 gramos de azúcar agregada; 91% cerveza de cebada y 9% cerveza de papa), con estas cantidades se elaboró el producto final, el cual será caracterizado y comparado con otras cervezas presentes en el mercado tanto a nivel industrial como artesanal.

Quinta prueba organoléptica.

A partir de los resultados obtenidos en la quinta prueba organoléptica se procedió a elaborar el producto final.

La proporción final utilizada entre malta de cebada y papa nativa amarilla ‘tumbay’ fue de 91% y 9%, respectivamente.

La cantidad de lúpulo utilizado fue de 0.8 gramos por litro de mosto.

La cantidad de azúcar agregada fue de 8 gramos por litro de cerveza.

Esta formulación final fue sometida a la evaluación de atributos junto a otras cuatro marcas de cervezas artesanales comercializadas en el mercado limeño. Las muestras para analizar fueron cinco. Con el fin de evitar causar algún tipo de condicionamiento en el catador se rotularon con

símbolos de figuras. Para una mejor explicación las figuras fueron reemplazadas por la letra M tal como muestra la siguiente tabla.

Tabla 17
Simbología muestral de la quinta prueba organoléptica.

Símbolo	M1	M2	M3	M4	M5
Marca	Fiesta Brava	Brewson	Sierra Andina	Maddok	Candelaria

Fuente: Elaboración propia.

El número de panelistas (catadores) fue cinco, los cuales siguieron las indicaciones según la ficha adjuntada en el anexo 08.

Resultado de la quinta prueba organoléptica.

Tabla 18
Resultados de la quinta prueba organoléptica.

	Muestras				
Atributos	M1	M2	M3	M4	M5
Aroma	16	10	20	8	17
Color	25	7	14	13	16
Espuma	17	9	19	12	16
Sabor	23	11	17	10	14

Fuente: Elaboración propia.

Aplicando la tabla de Kramer & Twigg (1972), adjuntada en el anexo 02, para 5 muestras o tratamientos y 5 repeticiones o replicados, se obtiene un par de números 8-22 que significa que los valores inferiores a 8 y superiores a 22 presentan diferencia significativa.

Para el atributo aroma se puede afirmar que las muestras no presentan diferencias significativas entre sí.

Para el atributo color se puede afirmar que las muestras M1 y M2 son significativamente diferentes, siendo M2 la muestra más aceptada y M1 la muestra menos aceptada.

Para el atributo espuma se puede afirmar que las muestras no presentan diferencias significativas entre sí.

Para el atributo sabor se puede afirmar que la muestra M1 es significativamente diferente, siendo M1 la muestra menos aceptada.

Interpretación de los resultados de la quinta prueba organoléptica.

Tabla 19
Interpretación de los resultados de la quinta prueba organoléptica.

Atributos.	Más aceptada.	Sin diferencia significativa.	Menos aceptada.
Aroma	-	M1, M2, M3, M4, M5	-
Color	M2	M3, M4, M5	M1
Espuma	-	M1, M2, M3, M4, M5	-
Sabor	-	M2, M3, M4, M5	M1

Fuente: Elaboración propia.

Las características principales para reconocer una buena cerveza según (Boan, 2013), según sus atributos son la tomabilidad (sabor), espuma, cuerpo, color y aroma.

Para esta cuarta prueba se tomó como característica principal el sabor, no determinándose una muestra con diferencia significativa en cuanto a la aceptación, pero si se determinó que la muestra M1 (Fiesta Brava) como la de menor aceptación. Como segunda característica se tomó la espuma no determinándose una muestra significativamente diferente. Como tercera característica se tomó el color determinándose la muestra M2 (Maddok) como la de mayor aceptación y la muestra M1

(Fiesta Brava) como la de menor aceptación, finalmente como cuarta característica se tomó el aroma no determinándose una muestra significativamente diferente.

La interpretación de estos resultados sirvió para determinar el nivel de aceptación de la cerveza artesanal a base de malta de cebada y papa nativa amarilla ‘tumbay’ (Fiesta Brava), respecto a otras cervezas artesanales presentes en el mercado limeño. Al ser la menos aceptada en las dos principales características de las cervezas y no presentar ninguna característica que destaque del resto, se procede a dejar las bases de la elaboración para una mejora con la utilización de otros ingredientes o técnicas de preparación.

RESULTADO DEL ANÁLISIS FICOQUÍMICO.

pH.

El pH obtenido, utilizando el pH-metro digital, para la muestra final fue de **3.79**

Imagen 21

Medición del pH

Grado alcohólico.

El resultado de la densidad antes de iniciar (Di) la fermentación fue de 1.06, y el resultado de la densidad acabada la fermentación (Df) fue de 1.01. Aplicando la fórmula matemática correspondiente **(Di – Df) * 131 →** (1.06-1.01) * 131 **→ 6.55** °GL (grado alcohólico)

Imagen 22

Determinación de la densidad

Acidez titulable.

La determinación de la acidez se expresó en % ácido láctico el cual se obtiene aplicando la siguiente fórmula ($\frac{n*0.009*100}{v}$).

Se realizaron tres mediciones con distintas cantidades de la muestra a titular las cuales fueron 2.5 ml, 5 ml y 10 ml y cuyos gastos de NaOH fueron 0.8 ml, 1.68 ml y 3.5 ml, respectivamente. Los resultados obtenidos fueron 0.288, 0.302 y 0.315; se obtuvo como media un valor de **0.302 %** de ácido láctico.

Imagen 23

Determinación de la acidez

Color.

Se realizaron tres mediciones a 430 nm. para una misma muestra, los resultados fueron 1.056, 1.061, 1.060. Con estos resultados se obtuvo una media cuyo valor fue 1.059.

Aplicando ese resultado en la fórmula matemática:

Absorbancia de la cerveza a 430 nm x 12.7 = Color en unidades EBC.

El resultado obtenido para determinar el color de la cerveza fue **13.45 EBC**

Imagen 24

Determinación del color

Estabilidad de la espuma.

Se realizó la prueba teniendo como referencia una muestra de cerveza artesanal existente en el mercado limeño y una muestra de cerveza industrial existente en el mercado limeño.

Los resultados obtenidos fueron:

Para la muestra de cerveza a base de malta de cebada y papa nativa amarilla 'tumbay': 9 minutos con 25 segundos para la disipación de la corona de espuma hasta llegar al ras del líquido y de 3 horas con 30 minutos para la disipación total de la espuma.

Para la cerveza industrial existente en el mercado limeño: 5 minutos con 30 segundos para la disipación de la corona de espuma hasta llegar al ras del líquido y de 10 minutos con 12 segundos para disipación total de la espuma.

Para la cerveza artesanal existente en el mercado limeño: 8 minutos con 10 segundos para la disipación de la corona de espuma hasta llegar al ras del líquido y de 13 minutos con 20 segundos para la disipación total de la espuma.

Imagen 26

Disipación de la corona espuma en la cerveza artesanal existente en el mercado

Imagen 25

Disipación de la corona de espuma en la cerveza de cebada y papa vs la cerveza industrial.

Imagen 28

Disipación de la espuma al ras del líquido de la muestra de cerveza de cebada y papa vs la cerveza industrial

Imagen 27

Disipación de la espuma al ras del líquido de la cerveza artesanal existente en el mercado.

DISCUSIONES.

Discusión de los resultados obtenidos en la primera prueba organoléptica.

En esta prueba se buscó determinar la proporción más aceptada en la combinación de cerveza de cebada y cerveza de papa para lo cual las variables lúpulo y azúcar agregada se mantuvieron constantes, por este motivo la discusión se centrará en las proporciones utilizadas en las combinaciones.

Atributo color.

Según (Sociedad de cerveceros Andaluces, 2013) sostiene que "el color de la cerveza depende principalmente, del tipo o tipos de maltas que se utilizan durante su elaboración. En el proceso de malteado del cereal y debido a un conjunto muy complejo de reacciones químicas (reacción Maillard), se lleva a cabo la producción de melanoidinas coloreadas que le darán a la cerveza tonalidades que van desde el amarillo claro hasta el café muy oscuro e incluso negro".

El proceso al cual fue sometido la papa, actuando como "malta de papa", mantuvo las mismas condiciones que el proceso de elaboración tradicional de cerveza. Si bien es cierto, la papa por su alto contenido de azúcares puede realizar la reacción de Maillard, según (Fuente, Meza, & Enriquez, 2014) sostiene que "esta necesita de otras condiciones de temperatura más elevadas como se da en el freído con aceite desde 170 °C a más, dependiendo del tiempo al que sea sometido, así como el uso de otras técnicas de mejoramiento para la obtención de un color pardo intenso".

Los resultados obtenidos estuvieron dentro de lo esperado ya que, al tener rangos amplios en las proporciones para mezclar y por tener las mismas condiciones para la reacción de Maillard tanto para la cerveza de cebada como la cerveza de papa, el color característico de la cerveza tenía

que estar dado por la muestra que realizó mejor la reacción de Maillard y como consecuencia la producción de melanoidinas, siendo la muestra M1 (100% cebada y 0% papa) la más aceptada.

Atributo aroma.

No se obtuvo una muestra que se pueda asumir como la más aceptada, esto debido a que las pruebas organolépticas se realizaron con un panel no entrenado y la detección de aromas, por lo general, se realiza con eficiencia por personas con el entrenamiento correspondiente. Cabe mencionar que a pesar de que se tuvo en la muestra M5 (50% cebada y 50% papa) a la de menor aceptación con nivel significativo, las muestras M4 (62% cebada y 38 % papa) y M3 (75% cebada y 25% papa) también causaron rechazo por parte de los panelistas, los cuales mencionaron que el aroma era similar al producto andino denominado "tokosh" pero en una menor intensidad. Según (Moyano, 2014) menciona que "la fermentación anaeróbica de la papa genera la producción de gases como el metano (CH4), bióxido de carbono (CO2), amoniaco (NH3), ácido sulfhídrico (SH2) y nitrógeno (N2) e hidrógeno (H2). El realizar la fermentación en una cuba cerrada por siete días impregna dichos gases en la bebida y son estos los cuales emanan el aroma típico del 'tokosh'".

Atributo sabor.

La muestra M2 (88% cebada y 12% papa) fue la más aceptada con lo cual se pudo asumir que la papa se puede utilizar como un agregado cervecero no solo por su aporte en azúcares sino por su impacto directo en el atributo más importante de este producto, su sabor.

La muestra M1 (100% cebada y 0% papa) pese a ser una cerveza sin agregados cerveceros y que cumple con los requisitos de la ley de la pureza (William IV, 1516) citado por (Vera, 2016), no fue la más aceptada. Se podría pensar que posiblemente un tipo de cerveza con estas características no sea de sabor común para los panelistas ya que al estar acostumbrados a beber

cervezas industriales muestran preferencia por una bebida que sí presenta agregados cerveceros, sin embargo, lo que los panelistas manifestaron fue de que a pesar que la muestra M1 (100% cebada y 0% papa) les parecía de buenas características organolépticas, hallaron un sabor distinto en la muestra M2 (88% cebada y 12% papa) manifestándolo como ligeramente más amarga y con una sensación agradable de efervescencia al momento de beberla. De acuerdo con lo manifestado por los panelistas podemos asumir que las generaciones de los gases propios de la fermentación de la papa le agregan estas características a la bebida.

Discusión de los resultados obtenidos en la segunda prueba organoléptica.

En esta prueba se buscó determinar la proporción final más aceptada para la combinación de cerveza de malta de cebada y cerveza de papa nativa amarilla ‘tumbay’, ajustando los rangos hasta un máximo de 12% de cerveza de papa. Para esta prueba las variables lúpulo y azúcar agregada se mantuvieron constantes, por este motivo la discusión se centrará en las proporciones utilizadas para las combinaciones.

Atributo color.

La cantidad más ajustada en los rangos permitió una mejor diferenciación entre las muestras, como se mencionó anteriormente, el color característico de la cerveza está dado por la reacción de Maillard durante el malteado y los productos de esta actuando en la maceración, sin embargo, en esta prueba los panelistas no eligieron, a diferencia de la prueba anterior, a la muestra M1 (100% cebada y 0% papa) sino a la muestra M4 (91% cebada y 9% papa) como la más aceptada, con lo cual nos permitió asumir que la papa como agregado cervecero también influye en el color de la bebida. Cabe mencionar que el aporte de la papa se debe también a los remanentes de sólidos no retenidos durante el filtrado pero que a la vez es una de las características de las cervezas artesanales.

Atributo aroma.

Como se mencionó anteriormente, la evaluación con precisión para este atributo se da con un panel entrenando, sin embargo, los panelistas no distinguieron una muestra con aceptación significativa, pero si a la muestra M5 (88% cebada y 12% papa) la cual fue la menos aceptada. Al igual que en la prueba anterior, la muestra fue rechazada por presentar un olor ligeramente más fuerte al resto pero que según lo referido por los panelistas era tolerable.

Atributo sabor.

En esta prueba la papa, como agregado cervecero, tuvo influencia directa en la percepción de los panelistas. La muestra M4 (91% malta de cebada y 9% papa amarilla) fue la más aceptada con lo cual se reitera lo expresado por los panelistas en la prueba anterior en cuanto a la cerveza presenta un amargor ligeramente mayor y efervescencia al momento de beberla.

Discusión de los resultados obtenidos en la tercera prueba organoléptica.

En esta prueba se buscó determinar la cantidad lúpulo organolépticamente más aceptado para la mezcla final entre cerveza de malta de cebada y cerveza de papa nativa amarilla ‘tumbay’, para lo cual se ampliaron los rangos obtenidos de la prueba preliminar. La variable azúcar agregada se mantuvo constantes, por este motivo la discusión se centrará en la cantidad de lúpulo utilizado.

Atributo color.

Según (Koroluk, 2017) menciona que “es en el proceso de cocción donde el mosto se va oscureciendo debido a una reacción química denominada reacción de Maillard. En el transcurso de este proceso los azúcares tales como la glucosa y la maltosa se mezclan con aminoácidos que mayoritariamente provienen de la malta y en menor cantidad de él o los lúpulos adicionados, reaccionando y dando lugar a la formación de melanoidina, acabando en lo que se conoce como caramelización”.

Cuando el mosto se cocina por más tiempo, se consigue mayor caramelización y se oscurece más. Es durante la cocción que se añade el lúpulo y este, según su presentación y su estado de conservación, puede influir, en poca medida, en el color, sin embargo, esta influencia no es muy evidente.

De acuerdo con lo expresado los resultados obtenidos para este atributo no deberían presentar diferencia significativa entre las muestras, sin embargo, se obtuvo la muestra M2 (0.8 gramos de lúpulo por litro de mosto) como la más aceptada y la muestra M1 (0.7 gramos de lúpulo por litro de mosto) como la menos aceptada. Si bien es cierto la fermentación de la papa no produce una coloración típica para una cerveza, siendo amarillenta y de baja intensidad, al igual que en la prueba preliminar el color aumentó directamente proporcional a la cantidad de lúpulo agregado.

Se asume que la cantidad de lúpulo si tiene relación directa con el color final de la cerveza y a diferencia de las cervezas tradicionales cuya cantidad de lúpulo por litro de mosto oscila entre los cinco y siete gramos, en nuestro caso se requirió una mayor cantidad ya que el porcentaje de papa como agregado cervecero tiende a clarificar el mosto.

Atributo aroma.

Según (Martinez, Valls, & Villamarino, 2007) sostienen que “los investigadores no han podido reproducir la complejidad de aromas propias del lúpulo añadiendo componentes químicos sintéticos, ni tampoco con la utilización de otro tipo de plantas o especias. Hay un consenso generalizado sobre que son las sinergias que se generan entre los distintos componentes del lúpulo y que le otorgan su capacidad aromatizante inimitable. Por medio de técnicas cromatográficas se han conseguido identificar más de 250 aceites esenciales, aunque todavía existen muchos aún desconocidos”.

En esta prueba los panelistas no distinguieron una muestra que se diferencie de las demás lo cual refuerza los resultados de la prueba anterior al obtenerse un producto aromáticamente aceptable.

Finalmente se puede asumir que la presencia de la papa como agregado cervecero y la producción de sus gases durante su fermentación tienden a enmascarar el aroma del lúpulo, por este motivo los panelistas no lograron hallar diferencia entre las muestras.

Atributo sabor.

Según (Martinez, Valls, & Villamarino, 2007) mencionan que "la característica de amargor propia del lúpulo proporciona el contraste adecuado al dulzor proveniente de la malta y este sabor amargo se produce durante el proceso de cocción. En él, los alfa ácidos insolubles se isomerizan en ácidos iso-alfa más solubles que en la cerveza son más del 80% de los componentes del lúpulo presentes en la misma".

La presencia de papa como agregado cervecero y su producción de gases, los cuales generan aromas intensos, que influyen en el sabor, hace que se requiera mayor cantidad de lúpulo agregado para enmascarar estos aromas, por este motivo los panelistas coincidieron al distinguir la muestra M2 (0.8 gramos de lúpulo por litro de mosto) como la más aceptada.

Se asume que el lúpulo influye directamente en el aroma y sabor de la cerveza hecha a base de cebada y de papa.

Discusión de los resultados obtenidos en la cuarta prueba organoléptica.

En esta prueba se buscó determinar la cantidad final de azúcar agregada para generar la producción de gas y espuma organolépticamente más aceptada para lo cual se ampliaron los rangos obtenidos de la prueba preliminar y se mantuvieron constantes las otras dos variables ya determinadas en las pruebas anteriores.

Atributo sabor.

De acuerdo con lo obtenido en las pruebas anteriores, el sabor depende tanto de la cantidad de cebada y de papa, así como de la cantidad de lúpulo. En esta prueba los panelistas si distinguieron a la muestra M1 (7 gramos de azúcar) como la de menor aceptación, lo cual permite asumir nuevamente que la presencia de papa como agregado cervecero y su producción de gases durante la fermentación hacen que se requiera mayor cantidad de los otros ingredientes que ayuden a enmascarar los aromas y sabores.

Atributo Espuma.

Según (La Maltería del Cervecero, 2013) menciona que "la carbonatación es una reacción química que no es más que la disolución de un gas, en este caso, el CO^2 en un líquido, en este caso, la cerveza".

Los factores que intervienen en la carbonatación son la temperatura y la presión.

Toda cerveza contiene una cantidad de CO^2 a una temperatura determinada, a partir de ese punto el gas que se está generando en la cerveza empieza a escaparse. A esa cantidad máxima que tiene o puede contener la cerveza se le llama punto de saturación y se expresa en volúmenes de CO^2 donde 1L de CO^2 en 1L de cerveza es igual a 1volumen de CO^2.

El factor temperatura actúa sobre el punto de saturación de la siguiente manera, a más temperatura menos nivel de saturación tiene la cerveza y, al contrario.

Al someter la cerveza a una determinada presión, dicha presión actúa aumentando el punto de saturación de dicha cerveza.

Estas dos variantes (temperatura, presión) más el cebado con azúcar es lo que utilizamos para carbonatar nuestra cerveza. Cuando embotellamos y cerramos con la chapa dejamos la cerveza en un espacio cerrado, cuando la levadura devora el azúcar del cebado produce CO^2 el

cual hace que aumente la presión y a su vez el punto de saturación de la cerveza produciendo la carbonatación, que no es más que la disolución del CO^2 en la cerveza (burbujas que vemos en la cerveza). Cuando la abrimos y cambiamos la presión dentro de la botella también cambiamos el punto de saturación y esto hace que se libere el CO^2.

En esta prueba los panelistas lograron determinar que la muestra M2 (8 gramos de azúcar) la más aceptada, la muestra M1 (7 gramos de azúcar) como indiferente y la muestra M3 (9 gramos de azúcar) la menos aceptada. Cabe mencionar que la muestra M1 produjo espuma en una cantidad aceptable por parte de los panelistas, pero que comparada con las otras muestras debía ser la de menor aceptación. La muestra M3 provocaba que la espuma rebalsara de la botella al momento de destaparla, por ese motivo pasó a ser la más rechazada.

Discusión de los resultados obtenidos en la quinta prueba organoléptica.

En esta prueba se buscó determinar la aceptación de la cerveza artesanal a base de malta de cebada y papa nativa amarilla ‘tumbay’ en comparación con otras cervezas artesanales existentes en el mercado limeño. Al desconocer la formulación de las demás cervezas la discusión se basa solo en la muestra de cerveza a base de malta de cebada y papa nativa amarilla ‘tumbay’.

La muestra fue la más rechazada en los dos atributos principales de la cerveza (sabor y color) lo cual podría deberse a que en la comparación las cinco muestras fueron cervezas distintas y con tonalidades de color y sabores diferentes. Ante esta gama, la muestra pierde calidad sensorial al no haber sido elaborada con la tecnificación de equipos y la calidad de insumos que las otras muestras utilizaron en su elaboración.

Discusión de los análisis fisicoquímicos.

pH.

Según la (Asociación de cerveceros caseros españoles, 2011) menciona que "la cerveza terminada debería estar en un rango de pH entre 4.2 y 4.4 para obtener sabores óptimos, por encima de 4.5 la cerveza presentará un carácter más pesado y sin frescura, mientras que por debajo de 4.0 la cerveza se percibirá más fina de cuerpo y podría presentar sabor agrio".

Para la muestra final el resultado obtenido fue de 3.79 con lo cual se podría asumir que la muestra obtenida es de cuerpo fino y de sabor agrio, sin embargo, cabe mencionar que se tiene como referencia que dicha información está diseñada para cervezas de cebada o con la adición de agregados cerveceros tradicionales. En este caso debido al uso de la papa como agregado cervecero se dieron reacciones al momento de la fermentación anaeróbica, las cuales Según (Moyano, 2014) "generan distintas sustancias mencionadas anteriormente, entre las cuales se encuentra el ácido sulfhídrico (SH2)". Teniendo en cuenta que, para la elaboración de cerveza de manera tradicional, con o sin agregados cerveceros, no se producen este tipo de sustancias se asume como justificable el aumento en la acidez sin que esta afecte las características organolépticas aceptables en una cerveza.

Grado alcohólico.

La cantidad de alcohol en una cerveza se expresa como grado alcohólico (GL) el cual es variable y depende de la cantidad de azúcares fermentables presentes en el mosto antes de que la levadura sea inoculada, en el rubro de la cervecería industrial se maneja un promedio de 4 °GL, mientras que, en la cervecería artesanal los grados de alcohol son en promedio 6.1 °GL. Depende de la reglamentación interna de cada país determinar el límite máximo permitido. En el Perú según la

(NTP 213.014, 2016) se hace referencia a la cerveza sin alcohol la cual contiene menos de 0.5 °GL y cerveza con alcohol la cual contiene desde 0.5 °GL a más sin un límite establecido.

El resultado obtenido para la muestra final fue **6.55** °GL. A manera de control se realizaron mediciones para cerveza de cebada y cerveza de papa y los resultados para estos fueron **5.7** °GL y **6.3** °GL respectivamente. Con estos resultados se asume que el uso de papa como agregado cervecero influye directamente en el aumento de la producción de alcohol. Cabe mencionar que en la elaboración de la cerveza de papa nativa amarilla 'tumbay' se utilizó enzimas amilasas para realizar la hidrólisis del almidón y obtener azúcares fermentables sin embargo, para la elaboración de la muestra final la hidrólisis del almidón de papa se realizó con la acción de las enzimas naturales producidas en la maceración de la malta de cebada, por lo tanto se puede asumir que la acción de las enzimas amilasas producidas naturalmente por la malta de cebada son eficientes para la producción de alcohol de agregados cerveceros que no tienen la capacidad de producir acción enzimática por sí mismos.

Acidez titulable.

Según (Fernández, 1985) menciona que "la acidez titulable de un alimento se determina por medio de una volumetría acido básica, para medir la concentración total de los ácidos. Dichos ácidos son, en su mayor parte, ácidos orgánicos (por ejemplo, el cítrico, el málico, el láctico, el tartárico). Los ácidos orgánicos presentes en los alimentos influyen en el sabor (es decir, en la aspereza), el color, la estabilidad microbiana y en la calidad de conservación. Aunque los ácidos orgánicos pueden encontrarse presentes de forma natural en el alimento, también pueden ser formados mediante la fermentación o ser añadidos durante la formulación y el procesado".

El resultado obtenido para la muestra fue de **0.302 %** de ácido láctico, cabe mencionar que, según (INACAL, 2016), los requisitos de calidad de la cerveza, en el Perú, no incluyen valores de

acidez por lo que se tomó como referencia la norma técnica ecuatoriana (INEN, 2003) en la cual se menciona que el límite máximo de acidez total, expresado en ácido láctico, es de **0.3 %.**

Con lo obtenido se puede asumir que la cerveza a base de cebada y papa está dentro del rango aceptable de acidez total, lo cual se corrobora con la quinta prueba organoléptica en la cual la muestra se mantuvo dentro de los parámetros aceptables de los panelistas para los atributos de sabor y color.

Color.

De acuerdo con lo mencionado en las pruebas organolépticas respecto al atributo de color en la cerveza y los factores que los causaban, se pudo asumir que la papa como agregado cervecero tenía influencia directa en el color final de la cerveza, haciendo que el mosto se aclare cuanto mayor fuere la proporción de cerveza de papa respecto a la cerveza de cebada, sin embargo la proporción final que se utilizó tiene 91% de cebada y 9% de papa, con lo cual se mantuvo un color aceptable incluso por encima de las muestras con 100% de cebada.

Los resultados obtenidos en el laboratorio para la muestra dieron una media de 13.45 EBC, al mismo tiempo se midieron como testigo muestras con 100% cebada y 100% cerveza de papa, las cuales tuvieron como resultado medias de 9.1 EBC y 6.4 EBC respectivamente. Con estos resultados se podría esperar un valor intermedio, sin embargo, el valor fue superior, ello se puede explicar debido a que, con el uso de la papa como agregado cervecero y sumado a la simplicidad del proceso de filtrado, la cantidad de residuos en el medio intervienen directamente a la hora de realizar las mediciones, lo mismo sucede con cervezas de trigo que presentan mayor turbidez debido a la presencia de sólidos, los cuales son características de ese tipo de cervezas. Finalmente se asume que bajo estas condiciones de elaboración se obtiene una cerveza con un valor intermedio

entre los 12 EBC propios de una American Pale Ale y los 16 EBC propios de una Weibbier o Saison.

Estabilidad de la espuma.

El método que se utilizó para esta prueba no tiene fundamento teórico que lo certifique, sin embargo, para un fin práctico se asume su validez comparativa ya que se realizó bajo las mismas condiciones para las tres muestras y la forma de su aplicación no deja lugar a grandes diferencias.

De acuerdo a lo que se esperaba respecto a la producción y estabilidad de la espuma entre cervezas industriales y cervezas artesanales los resultados estuvieron acorde siendo la cerveza artesanal existente en el mercado y la muestra de cerveza de cebada y papa superiores a la cerveza industrial, sin embargo, la muestra de cerveza a base de malta de cebada y papa nativa amarilla 'tumbay' superó ampliamente a la cerveza artesanal existente en el mercado ya que como se puedo cuantificar la disipación de la corona de espuma para la cerveza artesanal existente en el mercado tuvo un tiempo de 8 minutos, mientras que la disipación de la corona de espuma de la muestra de cerveza de cebada y papa tuvo un tiempo de 9 minutos. La diferencia más notoria estuvo en el tiempo que tomó la disipación total de la espuma siendo 10 minutos para la cerveza artesanal existente en el mercado y 3 horas con 30 minutos para la muestra de cerveza de cebada y papa.

En la muestra de cerveza a base de malta de cebada y papa nativa amarilla 'tumbay' se observó una mejor consistencia en la espuma debido al tamaño pequeño de sus burbujas, mientras que, en la cerveza industrial y la cerveza artesanal existente en el mercado, el tamaño de sus burbujas fueron más grandes. Se pudo observar también que, gracias a esa cualidad de la espuma, durante la disipación de la corona, en la muestra de cerveza a base de malta de cebada y papa nativa amarilla 'tumbay', no se apreciaron restos de espuma adheridos a las paredes de la copa, mientras

que, en las muestras de cerveza industrial y cerveza artesanal existente en el mercado, si se observó restos de espuma adheridos a las paredes de la copa durante la disipación de la corona.

Con lo observado se puede asumir que la carbonatación con azúcar favorece una mejor formación de espuma respecto a la carbonatación artificial con las que fueron carbonatadas la cerveza industrial y la cerveza artesanal existente en el mercado limeño.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusiones.

- Se acepta la hipótesis nula “la mejor proporción de la mezcla entre malta de cebada y papa nativa amarilla “tumbay” y las diferentes cantidades de lúpulo y azúcar; influyen en las características organolépticas de la cerveza artesanal”.
- La proporción final para la elaboración de cerveza a base de cebada y papa nativa amarilla “tumbay” debe ser de 91% malta de cebada y 9% papa amarilla ‘tumbay’.
- La cantidad de lúpulo a utilizar debe ser de 0.8 gramos por litro de mosto.
- Las cantidades de azúcar agregada a utilizar debe ser de 8 gramos por litro de cerveza.
- La utilización de la papa amarilla “tumbay”, como agregado cervecero, tiene un mejor rendimiento en la producción de alcohol desdoblando su cadena de almidón con las enzimas generadas en la maceración de la malta de cebada.
- La utilización de papa como agregado cervecero permite obtener cerveza con grado alcohólico superior a las existentes en el mercado industrial y por encima del promedio en el mercado artesanal.
- La utilización de papa amarilla ‘tumbay’, como agregado cervecero, puede mejorar las características organolépticas de la cerveza, resultando un producto similar a la cerveza de trigo.
- La utilización de papa amarilla ‘tumbay’, como agregado cervecero, puede resultar económicamente rentable si se busca elaborar cerveza clara menor a 6 EBC, con lo cual se utilizaría menor cantidad de malta de cebada y lúpulo.
- La carbonatación con azúcar genera mejor consistencia y estabilidad en la producción de espuma.

- Debido a la producción de diversos gases durante la fermentación de la papa, no es posible elaborar cerveza de sabor suave y color claro, a menos que se filtre con el equipamiento necesario.
- La papa como agregado cervecero puede servir para la elaboración de cervezas tipo IPA, ya que las características finales obtenidas y la cantidad elevada de lúpulo son propias de este tipo de cerveza.
- La papa como agregado cervecero debido a la producción de diversos gases durante su fermentación puede ser ideal para la elaboración de cervezas con IBUs altos, los cuales indican al grado de amargor de la cerveza, generando un ahorro en el uso de lúpulo.
- El uso de la papa como agregado cervecero genera un pH ácido en la cerveza, sin embargo, la cerveza a base de malta de cebada y papa nativa amarilla 'tumbay' mantiene un nivel de acides aceptable lo cual se comprobó con la aceptación en las pruebas organolépticas.
- Las tecnificaciones instrumentales de los procesos pueden mejorar la calidad de la cerveza artesanal a base de malta de cebada y papa nativa amarilla 'tumbay' hasta obtener un producto de muy alta calidad y aceptación en el mercado limeño.

Recomendaciones.

- Utilizar la carbonatación con azúcar para una producción pequeña, de esa manera se obtendrá una espuma de mejor consistencia y estabilidad en el tiempo.
- Realizar la maduración o segunda fermentación entre 14 a 21 días.
- Filtrar sin llegar a clarifica, para mantener la turbidez y opacidad como características propias y atractivas de la cerveza a base de cebada y papa.
- De no disponer con equipos de fermentación controlada, realizar la producción durante los meses de otoño o invierno para obtener resultados homogéneos.
- Trabajar con papa nativa amarilla "tumbay" de descarte comercial por su forma o tamaño, de esa manera se le agrega mayor valor al producto.
- Utilizar otras variedades de papa, que le puedan aportar características únicas al producto.
- El uso de maltas tostadas para agregarle más color a la cerveza a base de malta de cebada y papa nativa amarilla 'tumbay'
- La realización de un filtrado instrumental para eliminar la turbidez y reducir la opacidad.

RESUMEN

RESUMEN.

La Cerveza se define como “una bebida resultante de fermentar mediante levaduras seleccionadas, el mosto procedente de malta de cebada sólo o mezclado con otros productos amiláceos transformables en azúcares por digestión enzimática, cocción y aromatizado con flores de lúpulo”.

La investigación se realizó con la finalidad de Elaborar cerveza artesanal a base de malta de cebada y papa nativa amarilla “tumbay”, teniendo en cuenta tres variables. Las variables fueron la proporción entre malta de cebada y papa nativa amarilla ‘tumbay’, la cantidad de lúpulo por litro de mosto y la cantidad de azúcar por litro de cerveza.

La parte experimental se realizó en la planta piloto de la Universidad San Ignacio de Loyola. Las mediciones fisicoquímicas se realizaron en los laboratorios de la Universidad San Ignacio de Loyola.

Se utilizó el método de ordenaciones sucesivas para determinar la formulación que represente la muestra con mayor aceptación organoléptica. El método consiste en evaluar una a una cada variable hasta obtener la cantidad que genere mayor aceptación organoléptica en el panel. Una vez determinada la cantidad para una de las variables se procedió a mantenerla fija y se pasó a evaluar la siguiente variable. Se repitió el proceso hasta evaluar todas las variables.

La muestra final, determinada por aceptación organoléptica, fue caracterizada mediante la evaluación fisicoquímica documentada y sustentada. Se obtuvieron resultados dentro de los parámetros normales de las cervezas artesanales e industriales.

La muestra final se destacó en la calidad de espuma producida y en la producción de alcohol, en comparación con muestras de cerveza industrial y de cerveza artesanal existentes en el mercado limeño.

Con los resultados obtenidos, en la evaluación sensorial y en las pruebas fisicoquímicas, se logró la elaboración de cerveza artesanal a base de malta de cebada y papa nativa amarilla ‘tumbay’. Cumpliendo con los estándares de calidad exigidos por la autoridad competente en el país.

El diseño de la etiqueta para la muestra final se elaboró cumpliendo con los estándares exigidos por la autoridad competente en el país.

SUMARY.

Beer is defined as "a beverage resulting from fermentation by selected yeasts, the must from barley malt alone or mixed with other starchy products which can be converted into sugars by enzymatic digestion, cooking and flavoring with hop flowers."

The research was carried out with the purpose of "Craft brewing based on malt of barley and native potato amarilla ‘tumbay’, considering three variables. The variables were the ratio of malt of barley to yellow potato, the amount of hops per liter of must and the amount of sugar per liter of beer.

The experimental part was carried out at the pilot plant of the Universidad San Ignacio de Loyola. The physicochemical measurements were made in the laboratories of the University San Ignacio de Loyola.

The successive order method was used to determine the formulation that represents the sample with the highest organoleptic acceptance. The method consists in evaluating each variable one by one until obtaining the quantity that generates greater organoleptic acceptance in the panel. Once

the quantity for one of the variables was determined, it was kept fixed and the next variable was evaluated. The process was repeated until all the variables were evaluated.

The final sample, determined by organoleptic acceptance, was characterized by documented and sustained physicochemical evaluation. Results were obtained within the normal parameters of artisan and industrial beers.

The final sample was highlighted in the quality of foam produced and in the production of alcohol, compared to samples of industrial beer and artisan beer on the Lima market.

With the results obtained, in the sensorial evaluation and in the physicochemical tests, the production of artisan beer was obtained with malt of barley and native potato amarilla ‘tumbay’. Complying with the quality standards demanded by the competent authority in the country.

The design of the label for the final sample was made in compliance with the standards required by the competent authority in the country.

BIBLIOGRAFÍA

ABInbev. (2015). *Historia de la cerveza*. Obtenido de http://www.bavaria.co/la-cerveza/historia-de-la-cerveza

Asociación de cerveceros caseros españoles. (17 de 01 de 2011). *Procesos*. Obtenido de Carbonatación: http://cerveceros-caseros.com/index.php/procesos/50-procesos-carbonatacion-y-embotellado/88-carbonatacion-con-azucar

Benavidez Arteaga, I. & Pozo López, M. (2008). Elaboración de una bebida alcohólica destilada (Vodka) a partir de tres variedades de papa (Solanum tuberosum) utilizando dos tipos de enzima. Licenciatura. Universidad Técnica del Norte.

Biblioteca La Serena Chile. (2013). *El cultivo de la papa*. Obtenido de http://almacigos.cl/bt/EL%20CULTIVO%20DE%20LA%20PAPA.pdf

Boan, M. (06 de 08 de 2013). *6 claves para reconocer una buena cerveza*. Obtenido de Clarin: https://www.clarin.com/rincon-gourmet/cerveza-cata_de_cerveza-columnista-alcohol-rincon_gourmet-gourmet-bebidas_0_BkNliaKPme.html

Cárdenas, P. (05 de noviembre de 2010). *Los orígenes de la industria cervecera peruana*. Obtenido de http://maristasboys78.blogspot.pe/2010/11/los-origenes-de-la-industria-cervecera.html

Carranza, A. (27 de 01 de 2011). *Implementación de una planta para la elaboración de puré de papa amarilla Tumbay deshidratada con agregado*. Obtenido de http://fresno.ulima.edu.pe/sf%5Csf_bdfde.nsf/imagenes/AA3BC569BC313644052577F500596E1C/$file/06-28-carranza.pdf

Carvajal Martínez, L. & Insuati Andrade, M. (2010). Elaboración de cerveza artesanal utilizando cebada y yuca. Licenciatura. Universidad Técnica del Norte.

Cerveza del Montseny. (24 de 12 de 2015). *Las siete diferencias entre las cervezas artesanas e industriales.* Obtenido de http://cervesamontseny.cat/es/las-7-diferencias-entre-la-cerveza-artesana-y-la-industrial/

Cerveceros.org. (2015). Marco Legal - Normativa aplicable a la cerveza - Cerveceros de España. [online] Available at: http://www.cerveceros.org/cont_mlegal.asp#e1 [Recuperado el 16 May. 2017].

Chávez, P. (2008). *La papa, tesoro de los andes*. Obtenido de http://fci.uib.es/digitalAssets/177/177040_peru.pdf

El Cantero Cevezas Artesanales. (2015). *Proceso de elaboración de cerveza artesanal.* Obtenido de http://manosartesanasmurcia.org/wp-content/uploads/2014/11/Proceso-de-eleboraci%C3%B3n.pdf

Euromonitor International. (06 de 2016). *Beer in Perú*. Obtenido de http://www.euromonitor.com/beer-in-peru/report

Fernández, J. (1985). *Análisis de los alimentos.* Zaragoza: Acribia.

Fernandez, J. (26 de 04 de 2005). *Estructura y función de los hidratos de carbono: azúcares, almidón, glucógeno, celulosa.* . Obtenido de https://ferrusca.files.wordpress.com/2013/04/tema5-hidratoscarbono.pdf

Fuente, D. l., Meza, & Enriquez. (2014). *Mejoramiento de color y textura de papa frita por pre-acondicionamiento térmico y cloruro de calcio.* Estado de Durango: Universidad Juarez.

Galvez, Y. (2010). *Cultivo de la papa*. Obtenido de https://es.scribd.com/doc/245132040/4-Taxonomia-y-Morfologia-de-la-papa

García Bazante, K. (2015). Elaboración de cerveza artesanal a partir de almidón extraído de tubérculos andinos. Licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Gonzales, j., Carrizales, R., & Martínez, J. (2013). Cerveza artesanal de amaranto. *Revista académica de investigación.*, 14 y 15.

INACAL. (2016). *NTP 213.014 Cerveza. Requisitos.* Lima: Dirección de normalización.

INEN. (2003). *Bebidas alcohólicas. Cerveza. Requisitos.* Quito: Norma Técnica Ecuatoriana.

La cerveza. (2011). Obtenido de http://sdslacerveza.blogspot.pe/2011/06/breve-historia-de-la-cerveza.html

Koroluk, A. (2017). Cerveza de Argentina - El color de la cerveza. [en linea] Cervezadeargentina.com.ar. Recuperado de: http://www.cervezadeargentina.com.ar/articulos/colorcerveza.html [Accedido 4 May 2017].

Martinez, J., Valls, V., & Villamarino, A. (03 de 2007). *El lúpulo contenido en la cerveza, su efecto antioxidante en un grupo controlado de la población.* Obtenido de http://www.nutricion.org/publicaciones/pdf/Estudio%20CervezaySalud.pdf

Maximixe.com. (2004). Consultoría | MAXIMIXE - Inicio. [en linea] Recuperado de: http://www.maximixe.com/ [Recuperado el 9 Abr. 2017].

Minesterio de Agricultura. (2014). *Agroeconomía de la papa*. Obtenido de http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agroeconomia/2014/papa_2014.pdf

Moyano, M. (2014). *Fermentación en estado sólido de la papa, como alternativa tecnológica para la alimentación animal.* Tunja - Colombia: UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA (UNAD).

NTP. (2011). INACAL. [online] INACAL portal. Available at: http://www.inacal.gob.pe/principal/categoria/ntp [Recuperado el 14 Feb. 2017].

Peña, A. (2009). *Hidrólisis de almidón de yuca mediante la utilización de preparaciones solubles e insolubilizadas de alfa-amilasa (Aspergillus niger)*. Obtenido de http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/367/2/132413.pdf

Ramírez, C. (2016). ESTANDARIZACION DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DE CERVEZAS EN PLANTA PILOTO. *MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN BIOTECNOLOGÍA E INGENIERO CIVIL QUÍMICO.* Santiago de Chile, Chile: Universidad de Chile.

Rodríguez Cárdenas, H. (2003). Determinación de Parámetros Fisicoquímicos para la Caracterización de Cerveza Tipo Lager Elaborada por Compañía Cervecera Kunstmann S.A. Licenciado en Ingeniería de alimentos. Universidad Austral de Chile.

Ruiz, Y. (2006). Elaboración y evaluación de maltas ceveceras de diferentes variedades de cebada (Hordeum vulgare) producidas en los estados de Hidalgo y Tlaxcala.

Salazar, N. (2005). *Ventajas, usos y aplicaciones de los almidones.* Obtenido de https://es.scribd.com/doc/49597993/propiedades-funcionales-del-almidon-de-papa

Sancho, J., Bota, E., & de Castro, J. (1999). *Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos.* Barcelona: Universitat de Barcelona.

Sociedad de cerveceros Andaluces. (15 de 10 de 2013). *El color de la cerveza*. Obtenido de El rincón del cervecero: http://www.elrincondelcervecero.com/el-color-de-la-cerveza/

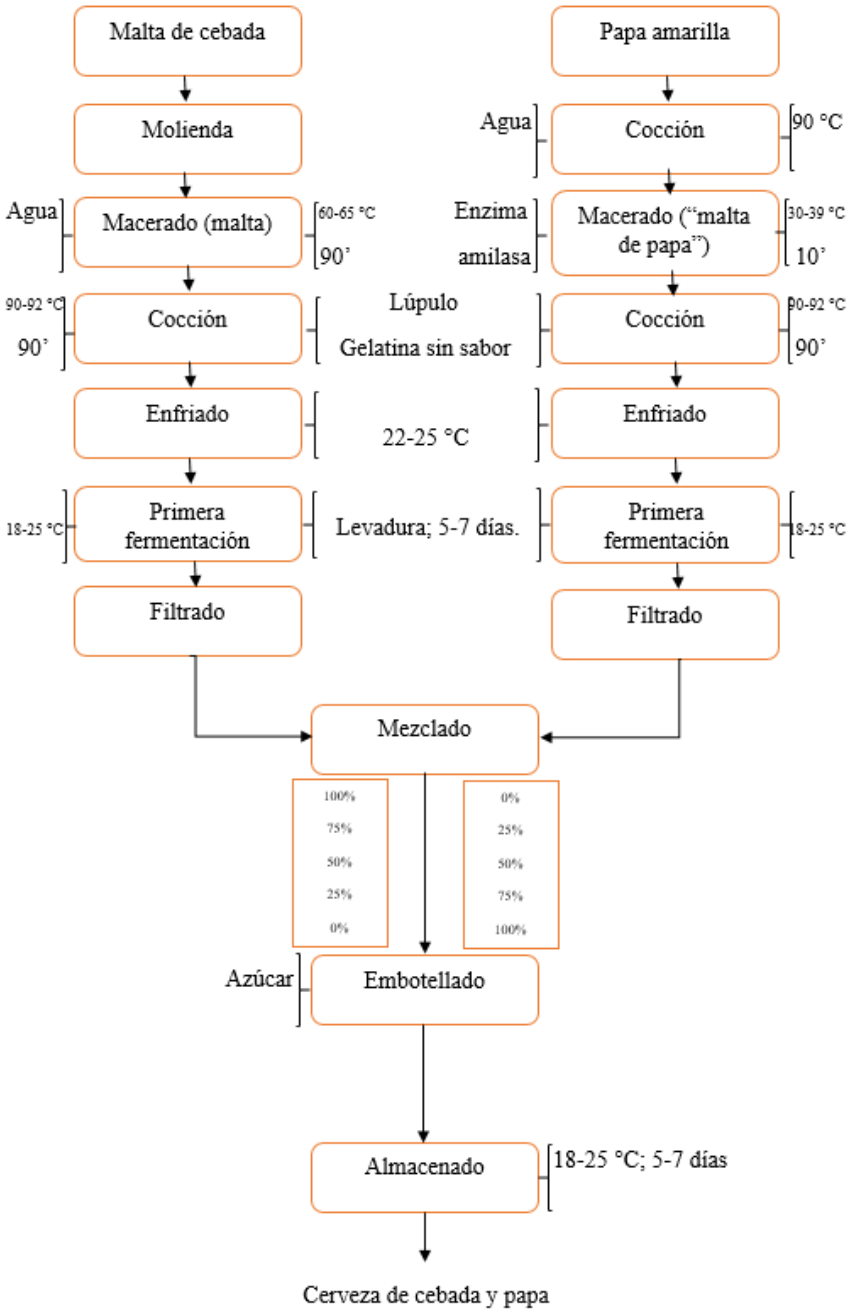
Vera, M. (2016). *Desarrollo y formulación de cervezas artesanales.* Lima: Universidad de San Martin de Porres.

Verzele M & De Keukeleire D. Chemistry and Analysis of Hop and Beer Bitter Acids. Developments in Food Science, 1991. Vol. 27

ANEXOS

Anexo 1: Prueba preliminar.

Esta prueba se realizó siguiendo los pasos mencionados en el diagrama de flujo con el objetivo de determinar la o las conjugaciones de variables que tengan mayor aceptación sensorial. En base a los resultados obtenidos se realizó una segunda prueba.



De acuerdo con la cantidad de variables iniciales (03) se obtuvo un total de seis batch de los cuales tres fueron para la cerveza de cebada y los otros tres fueron para la cerveza de papa.

En el siguiente cuadro se muestran las combinaciones realizadas.

Combinaciones de factores		Combinaciones de cervezas de malta de cebada y de papa					Combinaciones de factores	
		S_1	S_2	S_3	S_4	S_5		
Concentración de lúpulo	L_1	1	2	3	4	5	K_1	Nivel de azúcar agregado
		6	7	8	9	10	K_2	
		11	12	13	14	15	K_3	
	L_2	16	17	18	19	20	K_1	
		21	22	23	24	25	K_2	
		26	27	28	29	30	K_3	
	L_3	31	32	33	34	35	K_1	
		36	37	38	39	40	K_2	
		41	42	43	44	45	K_3	

Donde:

S1: 100% cerveza de cebada – 0% cerveza de papa.

S2: 75% cerveza de cebada – 25% cerveza de papa.

S3: 50% cerveza de cebada – 50% cerveza de papa.

S4: 25% cerveza de cebada – 75% cerveza de papa.

S5: 0% cerveza de cebada – 100% cerveza de papa.

L1: 0.5 gramos de lúpulo por litro de mosto.

L2: 0.7 gramos de lúpulo por litro de mosto.

L3: 0.9 gramos de lúpulo por litro de mosto.

K1: 5 gramos de azúcar por litro de cerveza.

K2: 7 gramos de azúcar por litro de cerveza.

K3: 9 gramos de azúcar por litro de cerveza.

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

	Muestras		Olor	Color	Sabor	Muestras		Olor	Color	Sabor	Muestras		Olor	Color	Sabor
0.5 g Lúpulo / litro	1	2				31	32		√		61	62	√	√	
	3	4	√	√	√	33	34	√			63	64			
	5	6				35	36			√	65	66			√
	7	8				37	38				67	68			
	9	10				39	40				69	70			
0.7 g Lúpulo / litro	11	12				41	42				71	72	√	√	
	13	14				43	44	√	√		73	74			√
	15	16	√	√	√	45	46			√	75	76			
	17	18				47	48				77	78			
	19	20				49	50				79	80			
0.9 g Lúpulo / litro	21	22				51	52		√	√	81	82			
	23	24		√	√	53	54				83	84	√	√	√
	25	26	√			55	56	√			85	86			
	27	28				57	58				87	88			
	29	30				59	60				89	90			
	5 g Azúcar / litro					7 g Azúcar / litro					9 g Azúcar / litro				

Los resultados obtenidos, de las muestras por duplicadas, mostraron mayor aceptación por las combinaciones que contenían mayor porcentaje de cerveza de cebada, mayor cantidad de lúpulo y mayor cantidad de azúcar.

Fotografía 1.

Fotografía 2.

Fotografía 3.

La fotografía 1 representa las combinaciones de la 1 a la 15.

La fotografía 2 representa las combinaciones de la 16 a la 30.

La fotografía 3 representa las combinaciones de la 31 a la 45.

En las tres fotografías se observa que las combinaciones con mayor cantidad de cerveza de papa son traslucidas, lo cual indica que para la siguiente prueba se debe usar un mayor porcentaje de cerveza de cebada respecto a la cerveza de papa. Así mismo las variables de olor y sabor (característicos de la cerveza) se consiguieron en las muestras con mayor cantidad de cerveza de cebada respecto a la cerveza de papa.

De todas las muestras evaluadas la que presentó las mejores características de color, olor y sabor fue la número 83, la cual tiene una combinación de 75% cerveza de cebada y 25% cerveza de papa; 0.9 gramo de lúpulo por litro de mosto y 9 gramos de azúcar por litro de cerveza.

Fotografía 4

Resultado:

Las pruebas se realizaron con el personal de la planta piloto, el cual cuenta con el conocimiento para la diferenciación de este tipo de producto.

A partir de este resultado se trabajará la segunda prueba, teniendo como variables 0.9 y 0.8 gramos de lúpulo por litro de mosto, y 8 y 9 gramos de azúcar por litro de cerveza. Los porcentajes de las combinaciones se ajustarán siendo 50% la cantidad máxima de cerveza de papa y 100% la cantidad máxima de cerveza de cebada.

Anexo 2: Tabla de Kramer & Twigg.

Tabla de Kramer de categorías totales necesarias

para una significación del 5% (p 0.05)

Los bloques de cuatro cifras representan:
Primer renglón: suma mínima insignificante, cualquier tratamiento; máxima suma de rangos insignificantes, cualquier tratamiento.
Segundo renglón: mínima suma de rangos insignificantes, tratamientos predeterminados; máxima suma de rangos insignificante, tratamiento predeterminado.
NR Número de repeticiones

	Numero de tratamientos o muestras ordenadas								
NR	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	3-9	3-11	3-13	4-14	4-16	4-18
3	-	-	-	4-14	4-17	4-20	4-23	5-25	5-28
	-	4-8	4-11	5-13	6-15	6-18	7-20	8-22	8-25
4	-	5-11	5-15	6-18	6-22	7-25	7-29	8-32	8-36
	-	5-11	6-14	7-17	8-20	9-23	10-26	11-29	13-31
5	-	6-14	7-18	8-22	9-26	9-31	10-35	11-39	12-43
	6-9	7-13	8-17	10-20	11-24	13-27	14-31	15-35	17-38
6	7-11	8-16	9-21	10-26	11-31	12-36	13-41	14-46	15-51
	7-11	9-15	11-19	12-24	14-28	16-32	18-36	20-40	21-45
7	8-13	10-18	11-24	12-30	14-35	15-41	17-46	18-52	19-58
	8-13	10-18	13-22	15-27	17-32	19-37	22-41	24-46	26-51
8	9-15	11-21	13-27	15-33	17-39	18-46	20-52	22-52	24-64
	10-14	12-20	15-25	17-31	20-36	23-41	25-47	28-52	31-57
9	11-16	13-23	15-30	17-37	19-44	22-50	24-57	26-64	27-71
	11-16	14-22	17-28	20-34	23-40	26-46	29-52	32-58	35-64
10	12-18	15-25	17-33	20-40	22-48	25-55	27-63	30-70	32-78
	12-18	16-24	19-31	23-37	26-44	30-50	33-57	37-63	40-70
11	13-20	16-28	19-36	22-44	25-52	28-60	31-68	34-76	36-85
	14-19	18-26	21-34	25-41	29-48	33-55	37-62	41-69	45-76
12	15-21	18-30	21-39	25-47	28-56	31-65	34-74	38-82	41-91
	15-21	19-29	24-36	28-44	32-52	37-59	41-67	45-75	50-82
13	16-23	20-32	24-41	27-51	31-60	35-69	38-79	42-88	45-98
	17-22	21-31	26-39	31-47	35-56	40-64	45-72	50-80	54-89
14	17-25	22-34	26-44	30-54	34-64	38-74	42-84	46-94	50-104
	18-24	23-33	28-42	33-51	38-60	44-68	49-77	54-86	59-95
15	19-26	23-37	28-47	32-58	37-68	41-79	46-89	50-100	54-111
	19-26	25-35	30-45	36-54	42-63	47-73	53-82	59-91	64-101
16	20-28	25-39	30-50	35-61	40-72	45-83	49-95	54-106	59-117
	21-27	27-37	33-47	39-57	45-67	51-77	57-87	63-97	69-107
17	22-29	27-41	32-53	38-64	43-67	48-88	53-100	58-112	63-124
	22-29	28-40	35-50	41-61	48-71	54-82	61-92	67-103	74-113
18	23-31	29-43	34-56	40-68	46-80	51-93	57-105	62-118	68-130
	24-30	30-42	37-53	44-64	51-75	58-86	65-97	72-108	79-119
19	24-33	30-46	37-58	43-71	49-84	55-97	61-110	67-123	73-136
	25-32	32-44	39-56	47-67	54-79	62-90	69-102	76-114	84-125

Numero de tratamientos o muestras ordenadas										
NR	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
2	- 5-19	- 5-21	- 5-23	- 5-25	- 6-26	- 6-28	- 6-30	- 7-31	- 7-33	3-39 7-35
3	5-31 9-27	5-34 10-29	5-37 10-32	5-40 11-34	6-42 12-36	6-45 12-39	6-48 12-41	6-51 14-43	6-54 14-46	7-56 15-48
4	8-40 14-34	9-43 15-37	9-47 16-40	10-50 17-43	10-54 18-46	10-58 19-49	11-61 20-52	11-65 21-55	12-68 22-58	12-72 23-61
5	12-48 18-42	13-52 20-45	14-56 21-49	14-61 23-52	15-65 24-56	16-69 25-60	16-74 27-63	17-78 28-67	18-82 30-70	18-87 31-74
6	17-55 23-49	18-60 25-53	19-65 27-57	19-71 29-61	20-76 31-65	21-81 32-70	22-86 34-74	23-91 36-78	24-96 38-82	25-101 40-86
7	21-63 28-56	22-69 30-61	23-57 33-65	25-80 35-70	26-86 37-75	27-92 39-80	29-97 42-84	30-103 44-89	31-109 40-94	32-115 48-99
8	25-71 33-63	27-77 36-68	29-83 39-73	30-90 41-79	32-96 44-84	33-103 47-89	35-109 49-95	37-115 52-100	38-122 54-108	40-128 57-111
9	30-78 38-70	32-85 41-76	34-92 45-81	36-99 48-87	38-106 51-93	40-113 54-99	42-100 57-105	44-127 60-111	45-135 63-117	47-142 66-123
10	34-86 44-76	37-93 47-83	39-101 51-89	41-109 54-96	44-116 57-103	46124 61-109	48-132 64-116	51-139 68-122	53-147 71-129	55-155 75-135
11	39-93 49-83	42-101 53-90	45-109 57-97	47-118 60-105	50-126 64-112	53-134 68-119	55-143 72-126	58-151 76-133	60-160 80-140	63-168 84-147
12	44-100 54-90	47-109 58-98	50-118 63-105	53-127 67-113	56-136 71-121	59-145 76-128	62-164 80-130	65-163 84-144	68-172 89-151	71-181 93-159
13	49-107 59-97	52-117 64-105	56-126 69-113	59-136 74-121	62-146 78-130	66-155 83-138	69-165 88-146	73-174 93-154	76-184 97-163	79-194 102-171
14	54-114 65-103	57-125 70-112	61-135 75-121	65-145 80-130	69-155 85-139	73-165 91-147	76-176 96-168	80-186 101-155	84-196 106-174	88-206 111-183
15	58-122 70-110	63-132 75-120	67-143 81-129	71-154 87-138	75-165 92-148	79-176 98-157	84-186 104-166	88-197 109-176	92-208 115-185	96-219 121-194
16	63-129 75-117	68-140 81-127	73-151 87-137	77-163 93-147	82-174 100-156	86-186 106-166	91-197 112-176	95-209 118-186	10-220 124-196	104-232 130-206
17	68-136 81-123	73-178 87-134	78-160 94-144	83-172 100-155	88-184 107-165	93-196 113-176	92-208 120-196	103-220 126-197	208-232 133-207	113-244 139-218
18	73-143 86-130	79-155 93-141	84-168 100-152	90-180 107-163	95-193 114-174	100-206 121-185	106-218 128-196	111-231 135-207	116-244 142-218	121-257 149-229
19	78-150 91-137	84-163 99-148	90-176 106-160	96-189 114-171	102-202 121-183	107-216 128-195	113-229 136-200	119-242 143-218	124-256 151-229	130-269 158-241

Anexo 3: Determinación del grado alcohólico:

El método utilizado para la determinación del grado alcohólico de la cerveza consiste en realizar un par de mediciones simples con la ayuda de un densímetro o hidrómetro, el cual mide la densidad relativa de los líquidos, es decir, la relación entre el peso del mismo volumen de agua.

El densímetro consiste en un cilindro hueco de cristal con un bulbo pesado en su extremo para que pueda flotar en forma vertical, dispone de un vástago numerado, en el que se lee la densidad del líquido. Cuando más denso es el líquido, más flota y cuando es menos denso, se hunde más.

Las medidas fundamentales que hay que hacer son la densidad inicial (DI, después de hervir y antes de inocular la levadura) y la densidad final (DF, después de fermentar, antes de embotellar). Por la diferencia entre ambas se calcula la atenuación y el contenido en alcohol.

Materiales:

- Densímetro “MC”
- Termómetro.
- Probeta de 100 ml.

Reactivos:

Procedimiento:

1. Verter el líquido (mosto antes y después de fermentar) dentro de la probeta hasta enrazar un volumen de 100 ml.
2. Colocar el densímetro, previamente enjuagado y secado, dentro de la probeta.
3. Anotar el valor que indica el densímetro.
4. Realizar la siguiente operación: $(DI - DF)$*131

Anexo 4: Estabilidad de la espuma.

El método utilizado para analizar la estabilidad de espuma es uno de elaboración propia basado en la comparación de dos o más productos y sus efectos visibles, bajo las mismas condiciones, en un periodo de tiempo determinado.

Materiales:

- Probeta de 100 ml
- Vaso de cristal.
- Termómetro.
- Cronómetro

Procedimiento:

1. Verter la cerveza dentro del vaso de cristal hasta que la espuma llegue al tope del mismo, evitando que rebalse y se pierda espuma fuera del vaso.
2. Tomar el tiempo que demore en disiparse la corona de espuma hasta llegar al ras del líquido.
3. Tomar el tiempo que demore en disiparse la totalidad de la espuma.

Anexo 5: Determinación del pH

Para la medición del pH se utiliza un pH-metro de sobremesa, calibrado para pH entre 4,0 y 7,0.

Materiales:

- pH-metro de sobremesa.
- Vaso precipitado de 100 ml

Procedimiento:

1. Cargar 60 ml de cerveza en el vaso precipitado.
2. Introducir el electrodo del pHmetro en el vaso precipitado y esperar a que se estabilice el valor de pH mostrado en el visor.

Calculo:

El resultado se presenta tal cual como indica el medidor de pH.

Anexo 6: Determinación de la acidez titulable.

El método se basa en determinar el volumen de NaOH estándar necesario para neutralizar el ácido contenido en la alícuota que se titula, determinando el punto final por medio del cambio de color que se produce por la presencia del indicador ácido-base empleado.

Materiales:

- Pipeta.
- Matraz.
- Soporte universal.

Reactivos:

- Hidróxido de sodio (NaOH) 0,1 N.
- Fenolfataleina al 1% en alcohol al 95%.

Procedimiento:

1. Pipetar 10 ml de muestra en un erlenmeyer que contenga 100- 200 ml de agua hirviendo (500 ml o más si la muestra es coloreada)

2. Continuar calentando por 30-60 segundos.

3. Dejar enfriar un poco y titular con NaOH 0,1 N usando 0,5 ml (o más si la cantidad de agua es mayor) de fenolftaleína al 0,5% hasta coloración rosada.

4. Repetir el proceso para una segunda determinación.

Cálculos:

Calcular el porcentaje de acidez como ácido láctico = $\frac{n*0.009*100}{v}$

Donde ‘n’ es el gasto de NaOH y ‘v’ es el volumen de muestra a titular.

Anexo 7: Medición del color de la cerveza

La medición se realiza con un espectrofotómetro el cual indica cuánta luz absorbe la cerveza de un determinado contenido de mosto original. El color real de cada cerveza es simplemente la variación de un tono marrón, que varía según la concentración de colores rojos, cobrizos y ámbar a tonos amarillo dorado y amarillo claro.

La absorbancia de la cerveza se mide a una longitud de onda de 430 nm. Tradicionalmente, el color de la cerveza en unidades EBC es 10 x absorbancia a 430 nm medida en una cubeta de 1 pulgada (2.54 cm). Sin embargo, para el espectrofotómetro presente en el laboratorio de la Universidad San Ignacio de Loyola se estipula una cubeta cuadrada de 1 cm (10 mm) por consiguiente se aplica el siguiente cálculo para la determinación del color de la cerveza:

Absorbancia de la cerveza a 430 nm x 12.7 = Color en unidades EBC

Anexo 8: Ficha de análisis sensorial

A continuación, se le presentarán ‘n’ muestras identificadas con los siguientes símbolos: (∑ ; α ; β ; μ ; etc.)

Cada muestra debe ser catada siguiendo las siguientes recomendaciones:

Sentir los aromas con los ojos cerrados a fin de evitar la influencia de los colores en su determinación de su preferencia.

Degustar las muestras con los ojos cerrados a fin de evitar la influencia de los colores en su determinación de su preferencia.

Apreciar el color detenidamente de todas las muestras al mismo tiempo a fin de determinar la posición de cada una de ella en su preferencia.

Servir los ¾ iniciales de cerveza formando un ángulo 45° entre el pico de la botella y el borde de la copa, y terminar el llenado con un ángulo de 90° a fin de generar espuma.

En cada muestra se evaluarán estos cuatro atributos, los cuales serán enumerados de acuerdo con su preferencia, siendo 01 la mejor de todas y 05 la peor. Cada atributo se avaluará independientemente de los otros tres.

Nombre:

Fecha:

Código de la prueba:

MARQUE EN EL CUADRADO CORRESPONDIENTE, SIENDO 1 EL MEJOR CALIFICATIVO DE ATRIBUTO Y 5 EL MENOR CALIFICATIVO DE ATRIBUTO.					
CALIFICATIVO	1	2	3	4	5
MUESTRA					

AROMA					
CALIFICATIVO	1	2	3	4	5
MUESTRA					

COLOR					
CALIFICATIVO	1	2	3	4	5
MUESTRA					

SABOR					
CALIFICATIVO	1	2	3	4	5
MUESTRA					

ESPUMA					
CALIFICATIVO	1	2	3	4	5
MUESTRA					