



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS



Tema “Mejorar la extracción de azúcares y características de calidad de la cerveza durante la maceración de las cervezas red ale y blonde ale producidas en Andes Brewing Co.”

Trabajo de Titulación, modalidad Experiencias prácticas de investigación y/o intervención, previa a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Autor: Carlos Alejandro Paredes Espinoza

Tutor: Ing. MSc. César Augusto German Tomalá

Ambato- Ecuador

Noviembre – 2017

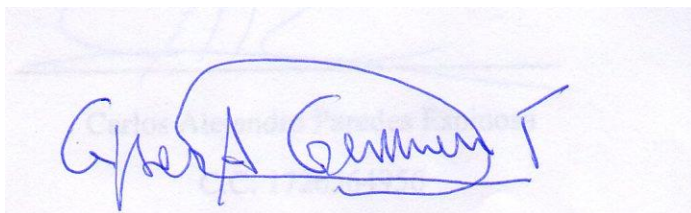
APROBACIÓN DEL TUTOR

Ing. MSc. César Germán

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Trabajo de Titulación modalidad Experiencias prácticas de investigación y/o intervención, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad.

Ambato, 12 de Julio del 2017.



Ing. MSc. César Augusto German Tomalá

C.I. 1801167105

TUTOR

AUTORÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Yo, **Carlos Alejandro Paredes Espinosa**, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Proyecto de Investigación, previo la obtención del Título de Ingeniero en Alimentos son absolutamente originales, auténticos y personales: a excepción de las citas.



Carlos Alejandro Paredes Espinosa

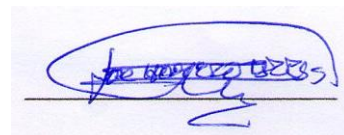
C.C. 1726564956

AUTOR

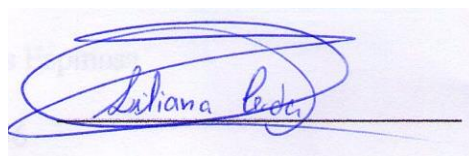
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores calificadores, aprueban el presente trabajo de Titulación modalidad Experiencias prácticas de investigación y/o intervención, el mismo que se ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

Para en constancia firman.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Paulo Baquero Icaza", written over a horizontal line.

Presidente del Tribunal

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Liliana Cerda", written over a horizontal line.

Ing. Liliana Alexandra Cerda Mejía, PhD

C.I. 180414808-6

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Paulo Baquero Icaza", written over a horizontal line.

Ing. Paulo Santiago Baquero Icaza. M. Sc

C.I. 180323354-1

Ambato 2 de Agosto del 2017

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto de investigación o parte de él un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Proyecto, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Carlos Alejandro Paredes Espinosa

C.C. 1726564956

AUTOR

AGRADECIMIENTO

A Gilma y Gustavo por aguantarme, apoyarme y alimentarme (que es difícil).

A German, Jorge, Adriana, Hernán, Geovanny, Lenin y Eve por siempre estar ahí.

A Nancy, mi madre, mi ejemplo. Por tu esfuerzo y tu amor

A Josué, siempre dispuesto a jugar y aprender conmigo.

A Miguel, mi socio y mi amigo

A Diana, quien hacía mis deberes, mi amiga

A Cesar German, mi tutor y mí amigo.

Carlos Alejandro

DEDICATORIA

A Nancy, mi madre.

“A ella llegaba, como siempre de visita.

Y le entregaba lo que soy, para que ella

Convirtiera en mucho lo que es nada.” (Francisco Febres Cordero - Soy el que pude)

*A Tatiana y Leah, mi familia. Estas manos son de ustedes y todo lo que logre es por
ustedes.*

ÍNDICE

1	EL PROBLEMA	1
1.1	Tema	1
1.2	Justificación	1
1.3	Objetivos.....	2
1.3.1	Objetivo general	2
1.3.2	Objetivos específicos	3
2	MARCO TEORICO	1
2.1	Antecedentes investigativos.....	1
2.2	Hipótesis	3
2.2.1	Hipótesis nula (Ho).....	3
2.2.2	Hipótesis alternativa (Ha).....	3
2.3	Señalamiento de variables de la hipótesis.....	3
2.3.1	Variables independientes	3
2.3.2	Variables dependientes	4
3	MATERIALES Y METODOS	1
3.1	Materia prima.....	1
3.2	Elaboración del mosto	2
3.2.1	Maceración escalonada.....	2
3.2.2	Maceración por infusión simple	2
3.2.3	Ajuste del pH.....	2
3.2.4	Temperatura durante la elaboración	3
3.3	Caracterización del mosto.....	3
3.3.1	pH del mosto en cerveza.....	3
3.3.2	Densidad	3
3.3.3	Turbidez.....	3
3.4	Análisis de cerveza	3
3.4.1	Contenido de alcohol	3
3.4.2	Color	4
3.4.3	Calidad sensorial	4
3.5	Diseño Experimental.....	5
3.5.1	Resultados en el mosto de cerveza	5
3.5.2	Resultados en Cerveza.....	6

3.6	Análisis Estadístico.....	6
4	RESULTADOS Y DISCUSION.....	7
4.1	Extracción de azúcares durante la maceración	7
4.1.1	Comparación de maltas	7
4.2	Densidad obtenida.....	8
4.3	Turbidez en mosto	2
4.4	Análisis en cerveza	2
4.4.1	Alcohol	2
4.4.2	Color	2
4.4.3	Formación de espuma.....	2
4.4.4	Retención de espuma	1
4.4.5	Características sensoriales en producto final.....	1
4.4.6	Implementación de nuevo proceso de maceración en Andes Brewing Co.	3
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	4
5.1	Conclusiones	4
5.2	Recomendaciones	5
	BIBLIOGRAFÍA	6

RESUMEN

En la presente investigación, se comparó la extracción de azúcares fermentables durante la maceración de cervezas Red y Blonde Ale con la aplicación de dos procesos, maceración por infusión simple a una sola temperatura (68 °C/ 60 minutos) y maceración escalonada con rangos de temperatura ascendiente (50 °C/15 minutos, 65 °C/45 minutos, 72°C/ 20 minutos). La aplicación de la maceración escalonada mejoró en 1% la extracción de azúcares fermentables. La maceración escalonada generaría un ahorro anual de \$285 en malta para los dos estilos analizados, dicho ahorro aumentará al aplicar el proceso a los otros cuatro estilos que maneja Andes Brewing Co. Se investigó también la influencia de la adición de sales minerales en las características sensoriales del producto final y con un panel semi entrenado de catadores se determinó que el ajuste del cloruro en el agua hasta 36 ppm con cloruro de calcio intensificó la percepción de descriptores de sabor relacionados con la malta, mejorando la aceptación de la cerveza.

Palabras claves: extracción de azucares , calidad de la cerveza, Red Ale, Blonde Ale, Andes Brewing Co,

ABSTRACT

In the present investigation, the extraction of fermentable sugars during the maceration of Red and Blonde Ale beers was compared with the application of two processes, maceration by simple infusion at a single temperature (68 ° C / 60 minutes) and steep maceration with ranges of (50 ° C / 15 minutes, 65 ° C / 45 minutes, 72 ° C / 20 minutes). The application of staggered maceration improved the extraction of fermentable sugars by 1%. The steep maceration would generate a yearly savings of \$ 285 in malt for the two styles analyzed, this saving will increase when applying the process to the other four styles handled by Andes Brewing Co. We also investigated the influence of the addition of mineral salts on the sensorial characteristics of the final product and with a semi-trained panel of tasters it was determined that adjusting the chloride in the water up to 36 ppm with calcium chloride intensified the perception of malt-related flavor descriptors, improving beer acceptance.

Keywords: Fermentable Sugars, Beer, Red Ale, Blonde Ale, Andes Brewing Co, Beer Mash.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador el mercado de cervezas artesanales ha crecido 20 veces por año desde el 2011 (Revista Líderes, 2015). En el 2014 se comercializó 60000 litros mensuales de cerveza producidos en cervecerías ubicadas mayormente en Quito (El Comercio, 2014).

Andes Brewing Co. se fundó hace 4 años en Quito, constituyéndose como una de las primeras cervecerías artesanales del Ecuador. Inicialmente tenía una producción pequeña de 60 litros por lote y manejaban 4 estilos de cerveza, hace 2 años aumentó su producción a 350 litros por lote y la cartera de productos a 6 estilos de cervezas.

En la producción industrial de cerveza se debe tomar en cuenta factores como homogeneidad en los lotes producidos, control de calidad, seguridad y rendimiento de la producción. Al escalar el volumen de producción es importante el análisis de procesos, elaboración de manuales y registros y un plan de control de calidad.

Se analizó la eficiencia de los equipos de Andes Brewing en la extracción de azúcares y se encontró una relación baja entre malta utilizada y los azúcares fermentables obtenidos. En el análisis del proceso de elaboración se buscó mejorar la obtención de azúcares para reducir costos de producción, se reformuló el proceso de maceración con el fin de optimizar el rendimiento de la materia prima utilizada.

El presente estudio se centra en el análisis del proceso de maceración de las cervezas Red Ale y Blonde Ale elaboradas en Andes Brewing Co. El método utilizado en Andes Brewing Co es la *maceración simple* (MS), dicho proceso se basa en someter el grano molido y el agua a una temperatura constante de 68°C durante una hora. Se evaluó también el proceso denominado *maceración escalonada* (ME), el cual consiste en una maceración con incrementos de temperatura, desde 50 hasta 78 °C, por periodos de tiempos determinados con el fin de optimizar la acción de enzimas contenidas en la malta que propician la extracción de azúcares fermentables en el mosto.

Para determinar el tratamiento más efectivo en la formación de azúcares fermentables, se comparó los azúcares totales al final de la MS con la ME. Ambos métodos se evaluaron con y sin ajuste de con ácido láctico. Además del porcentaje de azúcar fermentable se evalúa la transparencia del mosto al final de la maceración. Se analizó la influencia de la adición de cloruro de calcio y la recirculación del mosto al final de la maceración en las características sensoriales del producto final.

(Palmer 2013), menciona que el uso de cloruro de calcio aporta calcio libre que, interviene en la reducción del pH del medio. El calcio restante propicia la floculación de levaduras y consecuente clarificación de la cerveza. La recirculación del mosto ayuda a reducir las partículas de cáscaras de la malta, las mismas que aportan sabores astringentes y las moléculas de gran tamaño como carbohidratos y complejos de carbohidrato-proteína que aportan turbidez al mosto.

A través de un análisis sensorial de la cerveza con un panel semi entrenado de catadores, capacitados, se evaluó la influencia de la adición de sales minerales al agua de producción y tiempo de recirculación de 15 y 25 minutos sobre la formación y retención de espuma, transparencia de la cerveza y percepción de maltosidad, amargor, aroma a lúpulo, sabor a caramelo y percepción de alcohol.

La aplicación de la *maceración escalonada* mejoró la extracción de azúcares fermentables en el mosto, la transparencia del mosto y redujo la formación de espuma en el producto final. La extracción de azúcares aumentó en la *maceración escalonada* y con el ajuste de pH a 5,5 con la adición de ácido láctico.

La adición de cloruro de calcio aumentó la percepción de perfiles de maltosidad y aromas a caramelo sin afectar la percepción de alcohol, amargor o aroma a lúpulo. Finalmente la recirculación del mosto redujo la turbidez del producto final.

Palabras claves: Azúcares fermentables, cerveza, Red Ale, Blonde Ale, Andes Brewing Co, maceración de cerveza.

CAPITULO I

1 EL PROBLEMA

1.1 Tema

MEJORAR LA EXTRACCIÓN DE AZÚCARES Y CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE LA CERVEZA DURANTE LA MACERACIÓN DE LAS CERVEZAS RED ALE Y BLONDE ALE PRODUCIDAS EN ANDES BREWING CO.”

1.2 Justificación

La cebada requiere de cuatro estaciones climáticas para obtener las características deseadas para su uso en cervecería (Kunze, 2006). Debido al clima del Ecuador las características de la cebada que produce no son apropiadas para el malteo y su uso en cerveza. Al crecer en condiciones inadecuadas la cebada sintetiza mayor cantidad de proteínas, la malta con alto contenido de proteínas provoca turbidez en la cerveza, mayor sustrato protéico para microorganismos contaminantes y cervezas inconstantes en sus características sensoriales (Burbano, 2017)

La materia prima utilizada en Andes Brewing Co. para la elaboración de la cerveza es importada desde Alemania de la maltería Wayermann, el costo de importación e impuestos a la malta cervecera aumentan el costo del producto final, por esta razón la importancia de reducir costos con la optimización de los procesos de producción.

En el presente estudio se analizó el proceso de las cervezas estilos *Red Ale* y *Blonde Ale* de 6,8% v/v y 6,0% v/v de alcohol respectivamente, con el fin de obtener la mayor cantidad de azúcares fermentables a partir de la malta. Se seleccionó los dos estilos en los que se utiliza mayor cantidad de malta en las recetas de Andes Brewing Co. La cantidad de azúcares fermentables que se obtiene en el mosto depende del proceso de maceración (Steele, 2012)

La maceración es el proceso de mezcla entre el grano molido y el agua tratada a una temperatura específica, con el fin de obtener azúcares fermentables y no fermentables a partir del almidón. Los azúcares fermentables se transforman en alcohol por acción de las levaduras y los azúcares no fermentables aportan cuerpo a la cerveza (Bamforth, 2003).

La obtención de azúcares depende de las condiciones de humedad y temperatura del medio. Los rangos de temperatura de 62 a 65 °C favorecen la acción de β -amilasas y la producción de azúcares fermentables, mientras que la temperatura entre 68 a 72 °C favorece la acción de α -amilasas y la producción de azúcares no fermentables (Palmer, 2006). El rendimiento de la formación de azúcares en el mosto estará determinado por la temperatura del proceso, el proceso de malteado y el pH del medio (Mallet, 2014). Por ello es importante estandarizar las condiciones del proceso, especialmente la temperatura y el pH óptimos que favorecen la actividad de las enzimas

Los dos estilos que se analizaron son descritos por la “Beer Judge Certification Program” (BJCP, 2008) en la que se describe parámetros esenciales y características sensoriales de cada estilo de cerveza. La BJCP emite descriptores sensoriales de cada estilo de cerveza y es la base para la calificación en concursos internacionales de cerveza. La descripción señalada en la BJCP para ambos estilos es:

Blonde Ale. Impresión general: Fácil de tomar, perfiles orientados hacia la malta con notas frutales, lupuladas y carácter maltoso. Bien balanceada y limpia. Es una cerveza refrescante sin sabores agresivos.

Estadísticas vitales: *IBU (15-28), OG (1038-1054), ABV (3,8-5,5), SRM (3-6)

*IBU (International Bitterness Unit), OG (Original gravity), ABV (Alcohol by volume), SRM (Standar Reference Method for color)

Red Ale (American Amber Ale). Impresión General: Cerveza ambar, moderadamente fuerte con sabor a maltas caramelizadas. El balance puede variar con versiones maltosas o agresivamente lupuladas. Versiones lupuladas no deben opacar las notas caramelizadas.

Estadísticas vitales: IBU (25-40), OG (1045-1060), ABV (4,5-6,2), SRM (10-17)

En ambos casos los estilos producidos en Andes Brewing Co. se adaptarán a la descripción sensorial y a los parámetros requeridos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Mejorar la extracción de azúcares durante la maceración de las cervezas *Red Ale* y *Blonde Ale* producidas en Andes Brewing Co.

1.3.2 Objetivos específicos

- Comparar la obtención de azúcares durante la maceración por infusión simple (temperatura constante) y la maceración escalonada (rangos de temperatura).
- Determinar la influencia de la adición de sales minerales y la recirculación del mosto durante la maceración en la calidad sensorial de las cervezas.
- Estandarizar los procesos para la maceración y tiempo de recirculación de las cervezas *Red Ale* y *Blonde Ale* de la empresa Andes Brewing Co.
- Capacitar al personal técnico de la empresa acerca del proceso más eficiente para macerar mosto de cerveza.

CAPITULO II

2 MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes investigativos

El agua es el constituyente mayoritario de la cerveza, el porcentaje de agua en la cerveza es desde 90 hasta 98% (Bamforth, 2003). La calidad y composición del agua influyen directamente en las características del producto final y en los procesos de maceración, filtración, fermentación y gasificación (Miller, 2012).

Ciertos estilos de cerveza se caracterizan por la dureza y la presencia o ausencia de sales minerales del agua utilizada (Palmer, 2006). Por ejemplo en Inglaterra, la alta presencia de sulfato de calcio en el agua del río Burt-on-Trent deja un gusto amargo a las cervezas elaboradas en esta zona. El estilo típico de la zona es una cerveza amarga llamada Pale Ale. Por otra parte las cerveza ligeras estilo Lager se caracterizan por la utilización de agua blanda, propia de los ríos y manantiales de República Checa (Dredge, 2013).

Es posible tratar el agua para resaltar las características esperadas en los distintos estilos con la utilización de sales minerales o ácidos orgánicos para optimizar el proceso de maceración (Mosher, 2004).

El pH óptimo de las enzimas amilasas y el proceso de hidrólisis de almidón a azúcares fermentables es 5,5, ajustar el pH a este valor durante la maceración mejora la extracción de azúcares del grano al mosto, mejorando el rendimiento y reduciendo costos productivos. La mayor cantidad de azúcares fermentables producen mayor cantidad de volumen de alcohol (Snyder, 1997). La adición de amilasas durante el proceso de maceración no varía significativamente la producción de azúcar en el mosto o la concentración de etanol en la cerveza por lo que debe considerarse factores como tiempo y temperatura de maceración, variedad de las maltas utilizadas y tolerancia de la levadura al etanol (Espinosa, Pérez, & Serna, 2014)

El pH del agua y su manejo en cervecías es importante para mejorar la calidad sensorial y para mejorar y estandarizar procesos (Alworth, 2012). La utilización de maltas tostadas acidifica el mosto aportando a mejorar la extracción. No es suficiente para alcanzar el pH

esperado de 5,5 y no se utiliza en cervezas rubias pues aporta color a la cerveza (Kunze, 2006). El ácido láctico disminuye el pH del medio durante la maceración favoreciendo la acción de las alfa amilasas (Mestres & Nguyen, 2015) y es el ácido orgánico más utilizado en cervecerías para regular el pH (Mallet, 2014).

El proceso de extracción de azúcares durante la maceración y las características del mosto dependen de la temperatura. A nivel de laboratorio se ha encontrado que la temperatura óptima para la sacarificación de almidones por acción de amilasas se encuentra alrededor de 51 °C, en condiciones industriales la temperatura promedio de maceración es 64 °C (Durand & Corazza , 2009).

Con una temperatura de 63°C actúan eficientemente las beta amilasas y a 72°C actúan las alfa amilasas, enzimas responsables de formar azúcares a partir de las cadenas de almidón (Palmer, How to brew, 2006), mantener el proceso de maceración a una temperatura de 68°C durante una hora es un método inglés llamado infusión simple que asegura la obtención de azúcares fermentables y no fermentables, es efectivo siempre y cuando durante el proceso de malteo los granos hayan sido modificados a altas temperaturas, el grado de modificación varía según la tradición de cada región. En Inglaterra, por ejemplo, las maltas son más modificadas que en Alemania y por lo tanto basta una maceración por infusión simple para obtener un buen rendimiento de azúcares (Miller, 2012). En el proceso típico alemán se utiliza maceración con aumento gradual de la temperatura, con tiempo y temperatura adecuado para la enzima fitina que acidifica el mosto durante la maceración, facilitando la obtención del pH 5,5 para la actividad de las amilasas, la selección de la temperatura o del tipo de maceración estará en función de las maltas que se utilizan y las características deseadas en el producto final (Kunze, 2006).

La maceración escalonada suele empezar a 45°C, el tiempo de mantenimiento a esa temperatura se denomina descanso proteolítico, ya que a ésta temperatura actúan las proteasas hidrolizando las proteínas contenidas en la malta, actúan también la enzima fitasa que libera fosfatos. Los fosfatos reaccionan con el calcio presente en el agua precipitando como fosfato de calcio y liberan protones que acidifican el medio (Mosher, 2004). Debido a este proceso se facilita la extracción de azúcares por la reducción de la viscosidad de la mezcla agua-grano, ya que se reducen las proteínas del medio se facilita la formación del complejo enzimas sustratos y reduce el pH del medio. El descanso proteolítico mejora la transparencia del producto final, ya que desnaturaliza las proteínas y reduce la cantidad de macromoléculas que impiden el paso de la luz (Tonsmeire, 2014).

La maceración termina con el lavado del grano, el lavado se realiza a 78°C y el propósito es extraer la mayor cantidad de azúcares posibles del grano, mejorando el rendimiento y la reducción de la densidad del mosto al aumentar el contenido de agua. Ésta temperatura inactiva las enzimas y evita la extracción de compuestos tánicos astringentes de la cáscara (Mosher, 2004). El mosto se filtra a través de un falso fondo o se lleva a un tanque “*lauther*”, los equipos con falso fondo requieren la recirculación del grano en la misma olla, con el propósito de retener en la cama de granos las partículas grandes que son las responsables de la turbidez de la cerveza (Brown, 2009).

Se puede predecir la acción de las amilasas durante la maceración si se conoce la cantidad inicial de almidón en el proceso, el poder diastásico de las amilasas y la temperatura del proceso (Brandam & Meyer, 2003). Por otra parte, la composición del agua y la formulación de la receta definen el sabor, color y claridad (Palmer, 2013). El proceso de maceración es uno de los pasos más importantes en la elaboración de cerveza, por lo que debe llevarse un registro de los parámetros del proceso para reproducir lotes de calidad homogénea (Amato, 2014).

2.2 Hipótesis

2.2.1 Hipótesis nula (H₀)

El método, el pH y el tiempo de recirculado de la maceración no influyen en la obtención de azúcares durante la maceración del mosto de cerveza y en características sensoriales de las cervezas *Red Ale* y *Blonde Ale* elaboradas en la empresa Andes Brewing Co.

2.2.2 Hipótesis alternativa (H_a)

El método, el pH y el tiempo de recirculado de la maceración influyen en la obtención de azúcares durante la maceración del mosto de cerveza y en características sensoriales de las cervezas *Red Ale* y *Blonde Ale* elaboradas en la empresa Andes Brewing Co.

2.3 Señalamiento de variables de la hipótesis

2.3.1 Variables independientes

- Método de maceración
- pH del agua utilizada en la maceración
- Tiempo de recirculación del mosto

2.3.2 Variables dependientes

- Rendimiento de la obtención de azúcares durante la maceración de mosto de cerveza.
- Calidad sensorial de la cerveza

CAPITULO III

3 MATERIALES Y METODOS

3.1 Materia prima

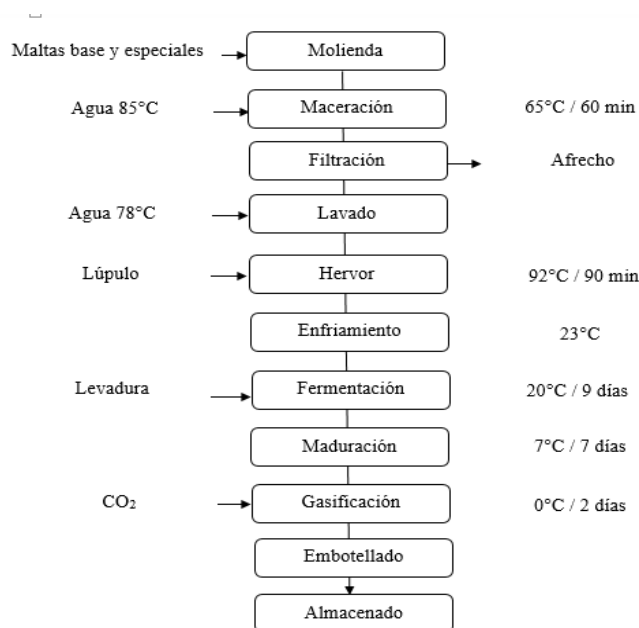
Las cervezas se elaboraron con:

- Maltas alemanas marca Wayermann: Malta Pilsen, Malta Pale, Malta Vienna, Malta Caramunich 3.
- Lúpulo proveniente de argentina importado y distribuido por Brausupplies.
- Levadura belga marca Fermentis variedad S-04.
- Agua potable de Quito proveniente de la planta de tratamiento “Bellavista”, al nororiente de la ciudad

Elaboración de cerveza

La capacidad de los fermentadores de Andes Brewing Co. es de 350 litros, en el análisis se utilizó la capacidad máxima de los fermentadores, lo que da un aproximado de 760 botellas de 330ml. Para la elaboración de los dos estilos de cerveza se siguió el proceso indicado en el diagrama N°1. La proporción de maltas, lúpulos y levadura varían en cada estilo y en ambos casos las recetas son propiedad intelectual de Andes Brewing Co.

Diagrama N°1. Proceso de elaboración de cerveza en Andes Brewing Co.



Elaborado por: Carlos Paredes

3.2 Elaboración del mosto

Se pesó, molió el grano según la receta de cada estilo de cerveza y se colocó en el tanque de maceración mientras se suministraba agua a 90°C por una ducha colocada en la parte superior del macerador, el agua proviene desde el *hot liquor tank* (HLT) impulsada por una bomba.

En una proporción aproximadamente 2,5/1 (agua/malta) se dejó reposar la mezcla durante una hora a temperaturas entre 65 y 68 °C.

Una vez transcurrido el tiempo de maceración se obtuvo el denominado “mosto dulce” extraído desde la parte inferior del tanque macerador, el grano se retuvo en un falso fondo (anexo 3.a), y se transfirió a un tanque de 30 litros con entrada tangencial, lo que provoca un efecto “Whirlpool”, que retiene sólidos grandes antes de que el mosto pase al tanque de hervor.

El primer mosto obtenido tenía una alta concentración de azúcares y con el fin de diluirlo y extraer los azúcares presentes en el grano, se adicionó agua desde el HLT al tanque macerador (Anexo 3.b). El proceso dura aproximadamente 40 minutos y el mosto que se obtiene al final del proceso tiene una densidad apropiada para obtener entre 5 y 7 %v/v de alcohol después de la fermentación, que depende de la mezcla de granos inicial y la receta.

3.2.1 Maceración escalonada

Se inició la maceración a 50 °C durante 20 minutos, se aumentó la temperatura a 65 °C durante una hora y se finalizó con recirculación a 78 °C durante 15 minutos

3.2.2 Maceración por infusión simple

Durante una hora reposó la mezcla agua-grano molido a 68 °C.

3.2.3 Ajuste del pH

El pH esperado durante la maceración es 5,5, para ajustar el pH se utilizó ácido láctico concentrado en proporción 58g por cada 100 Kg de malta para bajar 0,1 puntos de pH a la mezcla.

3.2.4 Temperatura durante la elaboración

La temperatura se determinó con un sensor ubicado en el tanque que se muestra en un panel eléctrico (Anexo 3.c). Las ollas, los sensores y los paneles eléctricos fueron contruidos por la empresa estadounidense Stout Tanks.

3.3 Caracterización del mosto

3.3.1 pH del mosto en cerveza

Se tomó una muestra de 100ml del mosto en un vaso de precipitación y se la enfrió a 20 °C, se colocó el electrodo del pH- metro dentro del vaso de precipitación. El pH se midió utilizando un pH-metro OAKLON (WD-35610-10, Illinois-EE.UU.), con la metodología descrita en la *Association of Analytical Communities* (AOAC, 2017) .

3.3.2 Densidad

La densidad del mosto de cerveza se determinó mediante un refractómetro de mano marca ATC, con la metodología descrita en la AOAC, 2017 método 945.66 para el total de azúcares reductores.

Se tomó una muestra de 100 ml del mosto después de pasar por el enfriador. La muestra fue enfriada a una temperatura de 20 °C en una cama de agua fría, con un gotero se colocó la muestra en el prisma del refractómetro. La medición se realizó por triplicado y se promedió el valor obtenido

3.3.3 Turbidez

Se tomó muestras de mosto antes del hervor y se evaluó mediante análisis sensorial con una escala hedónica estructurada (Anexo 4).

3.4 Análisis de cerveza

3.4.1 Contenido de alcohol

El contenido de alcohol se determinó por el método volumétrico descrito en la norma técnica ecuatoriana INEN 2 322:2002 para bebidas alcohólicas. Cerveza.

Se toma 100 ml de cerveza aún no gasificada a 20°C y se colocó en un balón de destilación con 50 ml de agua y se conectó el balón al equipo destilador.

Se rodeó el balón recolector del equipo de destilación con agua y hielo.

Se destiló 96 ml durante 45 minutos. Se completó el volumen con agua destilada y se ajustó la temperatura a 20°C. Se determinó la gravedad específica con un refractómetro de mano para alcohol. El porcentaje de alcohol se calculó con la siguiente ecuación:

Alcohol, porcentaje en masa en cerveza= g de alcohol por 100ml de destilado/ gravedad específica de la cerveza

3.4.2 Color

Se evaluó el color mediante una tabla de referencia (figura N°1), planteada por la American Homebrewers Association (AHA, 2014) para cervezas en la escala *Standard Reference Method* (SRM).



Figura 1. Escala de color SRM para cerveza

Fuente: American Homebrewers Association (AHA, 2016)

3.4.3 Calidad sensorial

Se evaluó la percepción de las características evaluadas mediante análisis sensorial con un panel semi entrenado, aplicando una escala hedónica estructurada (Saltos, 2010).

Las características evaluadas en el producto final fueron turbidez, formación de espuma (Anexo 5), retención de espuma, sabor a malta, sabor a caramelo, aroma a lúpulo, amargor y percepción de alcohol (Anexo 6).

Se comparó las características sensoriales de un lote anterior elaborado en Andes Brewing con un lote tratado con cloruro de calcio

3.5 Diseño Experimental

3.5.1 Resultados en el mosto de cerveza

Se elaboró 8 lotes de cada tratamiento

Factores y niveles de estudio: Los factores y niveles de estudio se presentan en la tabla 1.

Se empleó un diseño de bloques completos al azar para conocer el efecto del método de maceración por infusión simple o maceración escalonada ajustando y sin ajuste del pH al óptimo de la actividad enzimática.

Tabla 1. Diferentes condiciones del proceso de maceración en la elaboración de cerveza

Factores	Niveles
A. Temperatura	MS : Infusión simple
	ME : Maceración escalonada
B. pH	A : Ajustado
	NA : sin ajustar

Elaborado por: Carlos Paredes

Tratamientos

El resultado de la correlación de tratamientos para mejorar la extracción de azúcares durante la maceración se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Correlación de los tratamientos en el proceso de maceración

Tratamientos	Codificación	Correlación
1	MSA	Infusión simple con pH ajustado
2	MSNA	Infusión simple sin ajustar pH
3	MEA	Maceración escalonada con pH ajustado
4	MENA	Maceración escalonada sin ajustar pH

Elaborado por: Carlos Paredes

3.5.2 Resultados en Cerveza

Se aplicó un diseño de bloques completos al azar para conocer el efecto de la adición de sales y del tiempo de recirculación del mosto en las características del producto final.

Tabla 3. Tratamiento de agua y tiempo de recirculación en la elaboración de cerveza.

Factores	Niveles
A. Tratamiento de agua	T : Agua tratada con sales
	NT : Agua no tratada con sales
B. Tiempo de recirculación	R1 : 15 minutos
	R2 : 25 minutos

Elaborado por: Carlos Paredes

Tratamientos

El resultado de la correlación de tratamientos para la mejora en las características de la cerveza se muestra en la tabla 3.

Tabla 4. Correlación de los tratamientos en el proceso elaboración de cerveza

Tratamientos	Codificación	Correlación
1	TR1	Agua tratada y mosto recirculado 15 min
2	TR2	Agua tratada y mosto recirculado 25 min
3	NTR1	Agua no tratada y mosto recirculado 15 min
4	NTR2	Agua no tratada y mosto recirculado 25 min

Elaborado por: Carlos Paredes

3.6 Análisis Estadístico

El estudio del efecto de las variables se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA), para los experimentos. Si se encuentran diferencias se realizará un análisis de comparaciones múltiple mediante una prueba de Tukey. Los valores se considerarán significativamente diferentes para un valor de $P \leq 0,05$. El análisis estadístico se va a realizar utilizando el programa GraphPad Prism 5,0 (GraphPad software, San Diego California, EEUU).

CAPITULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Extracción de azúcares durante la maceración

4.1.1 Comparación de maltas

En Andes Brewing Co. se utilizan maltas marca Wayermann, en la tabla 5 se muestra una comparación de las características de la malta según la ficha técnica.

Tabla 5. Características de importancia de las maltas utilizadas en las recetas analizadas de Andes Brewing Co.

Estilo de cerveza	Blonde Ale		Red Ale
Tipo de malta	Pilsner	Pale	Vienna
Humedad	5 %	4,5 %	5,5 %
Extracto seco	80,5 %	79 %	79 %
Índice de Hartong	35-41 %	36-42 %	34-44,5 %
45°C			
Tiempo de sacarificación	20 min	15 min	20 min

Humedad

La humedad es importante en la formulación de recetas y en el análisis del procesamiento, ya que al momento de calcular la cantidad de agua necesaria en la maceración, la humedad de la malta Pale es menor que el resto de maltas debido a un procesamiento y secado intenso.

Índice de Hartong 45 °C

El índice de Hartong a 45 °C indica la capacidad de las proteasas para llevar a cabo la actividad proteolítica durante la maceración.

Ninguna de las maltas utilizadas en las recetas de Andes Brewing está fuera del rango aceptable (e-malts, 2015), cualquiera de las dos recetas tendría un reposo proteolítico efectivo a temperatura de 45 °C.

Tiempo de sacarificación

El tiempo de sacarificación es un indicador de la capacidad enzimática de las amilasas para transformar el almidón en azúcares fermentables.

Los datos de las maltas base que se utilizan en las recetas y la forma de obtener un mejor rendimiento a partir de una maceración por infusión simple, es con la utilización de malta Pale, sin embargo cada malta tiene características sensoriales diferentes y la formulación de una receta no puede basarse solo en las características fisicoquímicas de las maltas.

Para compensar esa reducción del rendimiento de las maltas Pilsner y Vienna es necesario adaptar el proceso realizando una maceración escalonada para que la modificación enzimática de la malta libere los azúcares fermentables.

La diferencia en la extracción de azúcares por la aplicación de infusión simple y maceración escalonada se debe a las condiciones que se le aporta al medio para la óptima acción de diferentes enzimas.

4.2 Densidad obtenida

En la maceración se completa la descomposición de proteínas y almidones que inició en el malteo de la cebada, durante éste proceso actúan varios grupos de enzimas que degradan diferentes sustratos (Amato, 2014). El grado de modificación de la malta influirá en la decisión del tipo de maceración que se aplicará para la elaboración de cerveza.

En la figura 2a y 2b se muestra la comparación del promedio de la densidad final obtenida en 8 lotes de cada tratamiento de las cervezas *Blonde Ale* y *Red Ale*. En el mosto de cerveza la densidad se correlaciona directamente con la cantidad de azúcares disueltos y se obtuvo mayor densidad con la maceración MEA “Maceración escalonada y pH ajustado”.

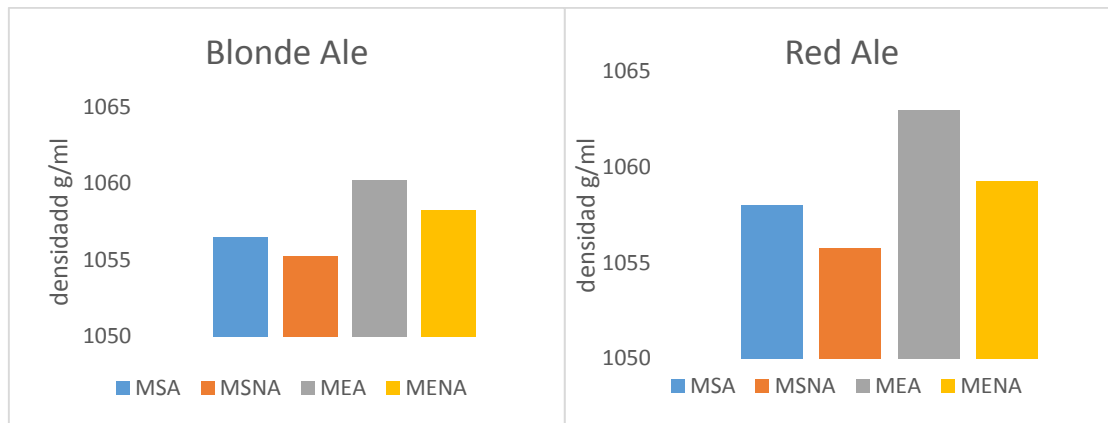


Figura 2a (Blonde Ale) y figura 2b (Red Ale) . Densidad promedio del mosto de cerveza al final de la maceración

MSA (Maceración por infusión simple con pH ajustado). MSNA (Maceración por infusión simple sin ajustar pH). MEA (Maceración escalonada con pH ajustado). MENA (Maceración escalonada sin ajustar pH)

El grado de conversión de azúcares a partir de almidón por acción enzimática durante el proceso de maceración está determinado en gran medida por la temperatura y el pH que resulta de la mezcla malta- agua. Las condiciones favorables para la acción de beta-amilasas son pH de 5,5 y temperaturas entre 60 a 65 °C, si se inicia la maceración con estas condiciones el almidón de las maltas con menor modificación no entran en contacto totalmente con las amilasas. El tratamiento MSNA por infusión simple y sin ajustar el pH muestra el menor rendimiento, siendo éste método utilizado en Andes Brewing.

Los mostos de ambos estilos de cerveza analizados en promedio mayor densidad al aplicar maceración escalonada. La ventaja de escalonar la temperatura de maceración radica en disminuir la viscosidad de la mezcla al romper los betaglucanos, degradar la pared celular y hacer solubles las proteínas insolubles por acción enzimática de las proteasas cuya temperatura óptima es alrededor de 50 °C.

En la segunda etapa de la maceración a 65 °C ocurre la gelatinización del almidón de la malta y permite ser degradado por las amilasas. Gracias a las condiciones aportadas al medio por acción enzimática en el descanso proteolítico a 50 °C las enzimas hidrolizan el sustrato, ya que está disponible.

Los resultados indican que la extracción de azúcares mejora al ajustar el pH a 5,5, ya que la reacción enzimática se da en condiciones óptimas.

En conjunto la aplicación de la maceración escalonada y el ajuste del pH a 5,5 durante el proceso generó un ahorro de maltas a la empresa Andes Brewing Co. de 0,38 y 0,55 Kg por lote en las cervezas *Blonde Ale* y *Red Ale* respectivamente. Con el volumen actual de producción el ahorro anual en maltas es de \$285.

4.3 Turbidez en mosto

Algunos procesos ayudan a mejorar la transparencia en el producto final, para determinar la influencia del proceso de recirculación se midió la transparencia en el mosto antes del hervor.

En las figura 3a y 3b se observa la influencia del tiempo de recirculación sobre la claridad del mosto.

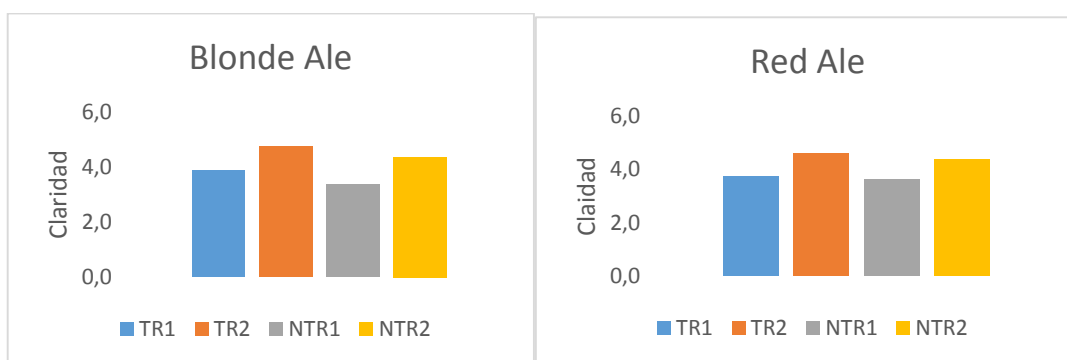


Figura 3a (Blonde Ale) y figura 3b (Red Ale). Claridad del mosto evaluada sensorialmente

TR1 (Agua tratada con sales y recirculación de 15 minutos). TR2 (Agua tratada con sales y recirculación de 25 minutos). NTR1 (Agua sin sales y recirculación de 15 minutos). NTR2 (Agua sin sales y recirculación de 25 minutos).

En ambos casos se observa que a mayor tiempo de recirculación, mayor claridad tiene el mosto. Con el fin de mejorar la claridad del producto final la recirculación debe realizarse durante 25 minutos antes de realizar el lavado del grano.

Para el estudio se ajustó la cantidad de calcio del agua a 100ppm, la disponibilidad del calcio para reducir el pH del mosto ayudó en la conversión de almidones, mejorando la transparencia del mosto antes del hervor

4.4 Análisis en cerveza

4.4.1 Alcohol

El Alcohol de las cervezas Blonde Ale y Red Ale es de 6 % ABV y 6,8% ABV respectivamente. Después de la aplicación del método de maceración MEA la cerveza Blonde Ale subió a un valor de 6,5 % ABV y la cerveza Red Ale a 7,2% ABV.

4.4.2 Color

El color de la cerveza no mostró variación tras la aplicación de cloruro de calcio ni por la recirculación del mosto a distintos tiempos.

El color de la cerveza Blonde Ale es 3 SRM y de la cerveza Red Ale es 10 SRM. Los colores comparados al estándar SRM son iguales a los de lotes elaborados con el anterior proceso de la empresa, por lo que no existe una variación considerable en este proceso.

4.4.3 Formación de espuma

La presencia de proteínas durante la maceración impide el óptimo contacto entre almidón y amilasas en el proceso de sacarificación y en la cerveza terminada ayuda a la formación y retención de espuma (Palmer, 2006).

Al macerar con el método maceración escalonada, durante el descanso a 50 °C actúan las enzimas proteolíticas, reduciendo el contenido proteico total (Kunze, 2006). Al ser la formación de espuma una característica sensorial importante y un buen tiempo de retención de espuma una característica de cervezas artesanales, se analizó estas características.

En las figuras 4a y 4b se muestra el promedio de formación de espuma de cada tratamiento. El tratamiento con mejor retención de espuma es el tratamiento MSNA (Maceración por infusión simple y sin ajustar pH) seguido por el tratamiento MSA (Maceración por infusión simple con pH ajustado) en ambos estilos.

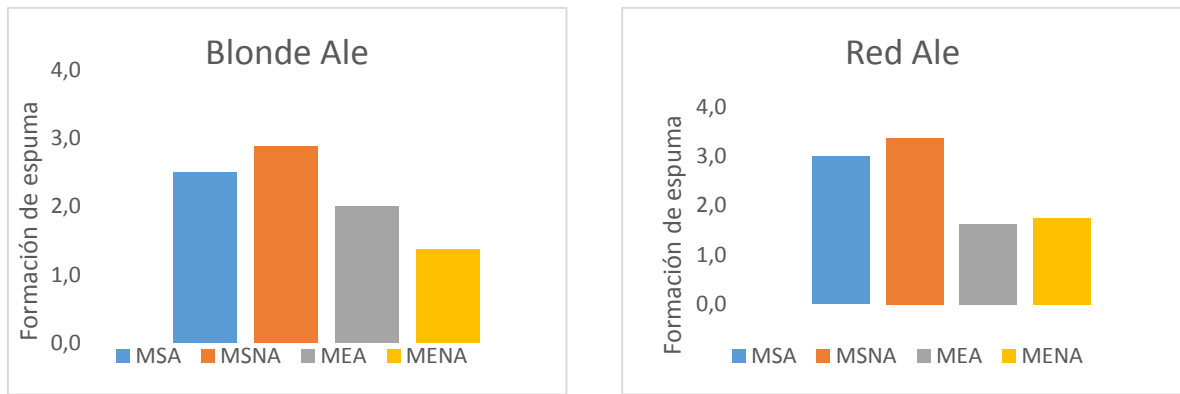


Figura 4a (Blonde Ale) y figura 4b (Red Ale). Densidad promedio del mosto de cerveza al final de la maceración

MSA (Maceración por infusión simple con pH ajustado). MSNA (Maceración por infusión simple sin ajustar pH). MEA (Maceración escalonada con pH ajustado). MENA (Maceración escalonada sin ajustar pH)

Al aplicar el proceso de maceración escalonada se mejoró el rendimiento en la extracción de azúcar pero se observó cambios secundarios en las características sensoriales del producto. La formación de espuma fue menor en los tratamientos con maceración escalonada.

4.4.4 Retención de espuma

El panel de catadores evaluó la retención de espuma después de cuatro minutos de haber servido la cerveza. Transcurrido ese tiempo ninguna de las cervezas mostró retención de espuma.

4.4.5 Características sensoriales en producto final

La aplicación de cloruro de calcio además de ayudar a mejorar el rendimiento y la clarificación de la cerveza resalta su perfil maltoso (Palmer, 2013). Se analizó la influencia de la adición del cloruro de calcio en el sabor de la cerveza. Se aplicó una evaluación sensorial con un panel semi entrenado de catadores de cerveza. Los parámetros evaluados sirven para comparar los lotes en base a sus principales características sensoriales. En la figura 5 y 6 se observa la comparación del último lote elaborado antes de iniciar el estudio con el tratamiento TR1 de la cerveza Blonde Ale y Red Ale



Figura 5a (Blonde lote anterior) y figura 5b (Blonde TR1). Comparación del perfil sensorial Blonde Ale, lote anterior y lote con agua tratada con cloruro de calcio y recirculación de 15 minutos



Figura 6a (Red lote anterior) y figura 6b (Red TR1). Comparación del perfil sensorial Red Ale, lote anterior y lote con agua tratada con cloruro de calcio y recirculación de 15 minutos

El perfil sensorial de las cervezas varía en los dos estilos después de la aplicación del cloruro de calcio y la recirculación del mosto durante 25 minutos. La mayor percepción de perfiles de malta debido a la adición de cloruro de calcio oculta la percepción de lúpulo y sus aromas por la presencia de más matices maltosos. No se observa cambio en la percepción del amargor ni del alcohol.

El nuevo perfil sensorial se ajusta a la descripción de la Beer Judge Certification Program (BJCP, 2008) para las cervezas estilo Blonde Ale y Red Ale. El rendimiento y las características de claridad mejoraron con el tratamiento TR1 y el perfil sensorial se mantiene aún dentro de las características esperadas.

Mallet, 2014 y Palmer, 2013 señalan que la concentración de cloruro de calcio sobre las 100ppm en el agua de cervecería resalta la percepción de malta en la cerveza y es adecuada para estilos balanceados hacia esos perfiles con poca adición de lúpulo. En los dos estilos analizados los catadores percibieron en mayor grado el sabor a maltas cuando se trató el agua con cloruro de calcio. En la cerveza Red Ale la utilización de malta caramelizada hace que el perfil sensorial se balancee hacia el sabor caramelo y esa característica también es percibida con mayor intensidad por los catadores después del tratamiento con cloruro de calcio.

4.4.6 Implementación de nuevo proceso de maceración en Andes Brewing Co.

Los mejores resultados en rendimiento, ahorro de costos de producción y en claridad de mosto se dieron con la aplicación del tratamiento maceración escalonada y pH ajustado a 5,5 con ácido láctico durante la maceración. Debido a eso, el tratamiento se aplicó y estandarizó en la elaboración de las recetas Blonde Ale y Red Ale en Andes Brewing Co.

La Adición de cloruro de calcio en conjunto con la recirculación del mosto a través del grano durante 25 minutos mejoró características sensoriales en el producto final, por lo que se aplicó y estandarizó estos procesos complementarios a la elaboración de las recetas Blonde y Red Ale en Andes Brewing Co.

La implementación de los nuevos procesos en la elaboración de cerveza inició con la capacitación a los obreros sobre el impacto en las características sensoriales de las técnicas *maceración escalonada*, pH ajustado, adición de sales y recirculación del mosto. Después de la capacitación se tomó una prueba a los dos obreros (Anexo 7), y obtuvieron calificación de 10/10 para las preguntas referentes a las técnicas mencionadas.

Se implementó un manual de procesos detallado en el Anexo 1 e ingresó con el código PR 07 al registro de Andes Brewing Co.

Se implementó un registro (Anexo 2) que ingresó al registro de procesos de Andes Brewing Co. con el código R8. Dicho registro debe llenarse a la par del registro de elaboración anterior codificado como R5 y archivarse en la carpeta *Registros de procesos*.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El rendimiento en la extracción de azúcares durante la maceración de las cervezas Red Ale y Blonde Ale aumentó con la aplicación del método *Maceración escalonada y pH ajustado* (MEA) a 5,5.
- La obtención de azúcares aumentó en un 1% en la cerveza Blonde Ale y en un 1% en la cerveza Red Ale con el proceso de maceración implementado. El aumento en el rendimiento permite utilizar menos cantidad de materia prima y obtener el mismo volumen de alcohol en el producto final. El proceso de maceración escalonada aplicado en las cervezas Red y Blonde Ale ahorra anualmente \$285 en malta para el volumen actual de producción. Andes Brewing tiene 6 estilos de cerveza de producción fija y varios estilos de producción ocasional por lo que la aplicación del método de maceración escalonada para los demás estilos generaría mayor ahorro de materia prima a la empresa.
- La adición de cloruro de calcio durante la maceración de las cervezas intensificó la percepción de descriptores de malta (bizcocho, pan, galleta, caramelos) en los dos estilos de cerveza analizados. El aporte de calcio al proceso de elaboración mejoró la claridad del mosto. La turbidez se redujo debido a las moléculas grandes en el mosto y por la atenuación de levaduras en la cerveza, los dos factores mejoraron la estabilidad del producto en percha.
- La percepción del amargor y del alcohol no variaron por la aplicación de la maceración escalonada y por la adición de sales. La percepción de aroma a lúpulo disminuyó por la adición de cloruro de calcio. Según la descripción de la BJCP señalada en la justificación del presente estudio los estilos Blonde Ale y Red Ale son estilos balanceados hacia sabores aportados por la malta, por lo que la adición

de sales ayudó a que los descriptores de las cervezas elaboradas en Andes Brewing se ajusten mejor a la descripción que la BJCP da a estos estilos.

5.2 Recomendaciones

- Hacer extensivo el proceso de maceración MEA a las otras cuatro recetas de elaboración continua en Andes Brewing Co. (Pale Ale, IPA, Coffe Porter y Stout).
- La adición de cloruro de calcio aumentó el calcio disponible durante la elaboración de cerveza en distintas partes del proceso, se debe analizar su influencia sobre la atenuación de levaduras en el rendimiento en volumen aprovechable, claridad de la cerveza y estabilidad del producto para tener el cálculo exacto de calcio requerido.
- El pH del mosto durante el hervor influye en la isomerización de alfa ácidos del lúpulo y la coagulación de proteínas, se debe estudiar esa interacción para estandarizar las características del proceso que se obtiene en esa parte del proceso.
- El cloruro de calcio resalta perfiles a malta en la cerveza, pero en otros estilos de cerveza como Pale Ale o India Pale Ale no es una característica que debe resaltar. Por eso se debe analizar el uso de sulfato de calcio como aporte de calcio libre al proceso en estilos de cerveza con un perfil sensorial diferente a Blonde y Red Ale.

BIBLIOGRAFÍA

- AHA. (03 de Enero de 2016). *American Homebrewers Association*. Obtenido de <https://www.homebrewersassociation.org/how-to-brew/advanced/advanced-homebrewing-tips/>
- Alworth, J. (2012). *Beer tasting quick reference guide*. San Francisco: Chroniclebooks.
- Amato, m. (2014). *Beerology*. Canadá: Random House.
- AOAC. (03 de Enero de 2017). *Official Methods of Analysis*. Obtenido de http://www.aoac.org/aoac_prod_imis/AOAC/Publications/Official_Methods_of_Analysis/AOAC_Member/Pubs/OMA/AOAC_Official_Methods_of_Analysis.aspx?hkey=5142c478-ab50-4856-8939-a7a491756f48
- Bamforth, C. (2003). *Beer: Tap into the art and science of brewing*. New York: Oxford University Press.
- BJCP. (2008). *Style Guidelines*.
- Brandam, C., & Meyer, X. (2003). An original kinetic model for the enzymatic hydrolysis of starch during mashing. *Biochemical engineering model*, 13, 43-52.
- Brown, P. (2009). *Hops and glory*. Pan Books.
- Burbano, Jélica. (2017). *Formulación de recetas. Instituto de la cerveza*. (UTPL, Ed.) Loja: Ediloja.
- Calagione, S. (2005). *Brewing up a bussines*. New Jersey: John Willey and sons.
- Dredge, M. (2013). *Craft Beer World*. London: Cicobooks.
- Durand, G., & Corazza , M. (2009). Dynamic optimization of the mashing process. *Food Control*, 20, 1127-1140.
- El Comercio. (20 de Septiembre de 2014). Las cervezas artesanales se multiplican. *El Comercio*.
- e-malts. (12 de Septiembre de 2015). *e-malt*. Obtenido de http://www.e-malt.com/specifications/en_hartong_45.htm

- Espinosa, J., Pérez, E., & Serna, S. (Agosto de 2014). Maltose and glucose utilization during fermentation of barley and sorghum lager beers as affected by B-amylase or amyloglucosidase addition. *Journal of cereal science*, 60, 602-609.
- Kunze, W. (2006). *Tecnología para cerveceros y malteros* (1ra ed en español ed.). Berlín, Alemania: VLB Berlín.
- Mallet, J. (2014). *Malts*. Boulder, USA: Brewers Publications.
- Mestres, C., & Nguyen, T. (May de 2015). The interaction between starch hydrolysis and acidification kinetic determines the quality of a malted and fermented sorghum beverage. *Journal of cereal science*, 8-13.
- Miller, D. (2012). *Brew like a pro*. Boston: Storey Publishing.
- Mosher, R. (2004). *Radical Brewing*. Boulder, Colorado, USA: Brewers Publications.
- Palmer, J. (2013). *Water*. Boulder, Colorado: Brewers Publications.
- Palmer, J. (2006). *How to brew*. Boulder, Colorado: Brewers Publications.
- Revista Líderes. (2015). La cerveza artesanal vive un "boom" en Ecuador. *Revista Líderes*.
- Saltos, A. (2010). *Sensometría*. Ambato: Editorial pedagógica Freire.
- Snyder, S. (1997). *The brew masters bible*. Chicago: Harper Perennial.
- Steele, M. (2012). *IPA Brewing techniques. recipes and the evolution of India Pale Ale*. Boulder, Colorado, USA: Brewers Publications.
- Tonsmeire, M. (2014). *American Sour Beers*. Boulder, USA: Brewers Publications.

ANEXOS

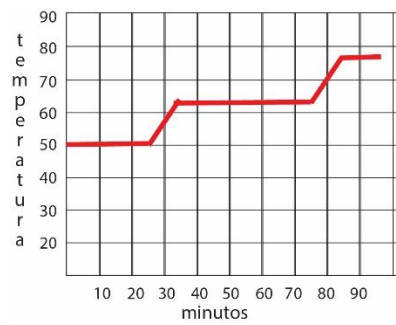
Anexo 1

Registro de Planta	Manual de procesos	PR 07
Maceración Escalonada	Implementación: Julio 2016	Editor: Carlos Paredes

El Proceso PR 07 se probó en las recetas Blonde Ale y Red Ale con resultados favorables en la mejora del rendimiento de conversión y extracción de azúcares durante la maceración y en mejorar la transparencia de las cervezas.

1. Calentar el agua en el *HLT* a 60°C
2. Conectar la manguera de succión a la salida del *HLT*; conectar a la bomba y la manguera de salida a la entrada superior del tanque de maceración.
3. Abrir la válvula del *HLT* y activar la bomba; mientras cae el agua por la ducha de recirculación poner la malta molida en la olla de maceración y mezclar. De la olla del *HLT* deben pasar 80 litros para el primer empaste
4. Verificar la temperatura de la mezcla, tapar y dejar reposar 25 minutos.
5. Calentar el agua del *HLT* a 75 °C
6. Pasar el agua del *HLT* a la *olla de maceración* hasta que se completen 150 litros en total en la olla de maceración
7. Verificar la temperatura, tapar y dejar reposar 60 minutos
8. Subir la temperatura del agua en el *HLT* a 85°C
9. Después de transcurrido el tiempo pasar 50 litros más de agua a la olla de maceración
10. Conectar a la salida inferior de la olla de maceración la manguera de succión y la manguera de salida en la entrada superior de la olla de maceración.
11. Abrir las válvulas y activar la bomba para recircular el mosto durante 25 minutos
12. Conectar la manguera de salida a la entrada de la olla de hervor y abrir las válvulas; mientras tanto pasar agua caliente por la ducha superior de la olla de maceración.
13. Mantener todo el tiempo el volumen de agua 3cm por encima de la cama del grano.
14. La maceración ha terminado cuando el volumen de la olla de hervor está completo.
15. Medir densidad del mosto, registrar y encender resistencias de la olla de hervor.

La mezcla agua/grano debió haber seguido la siguiente curva de tiempo/ temperatura.



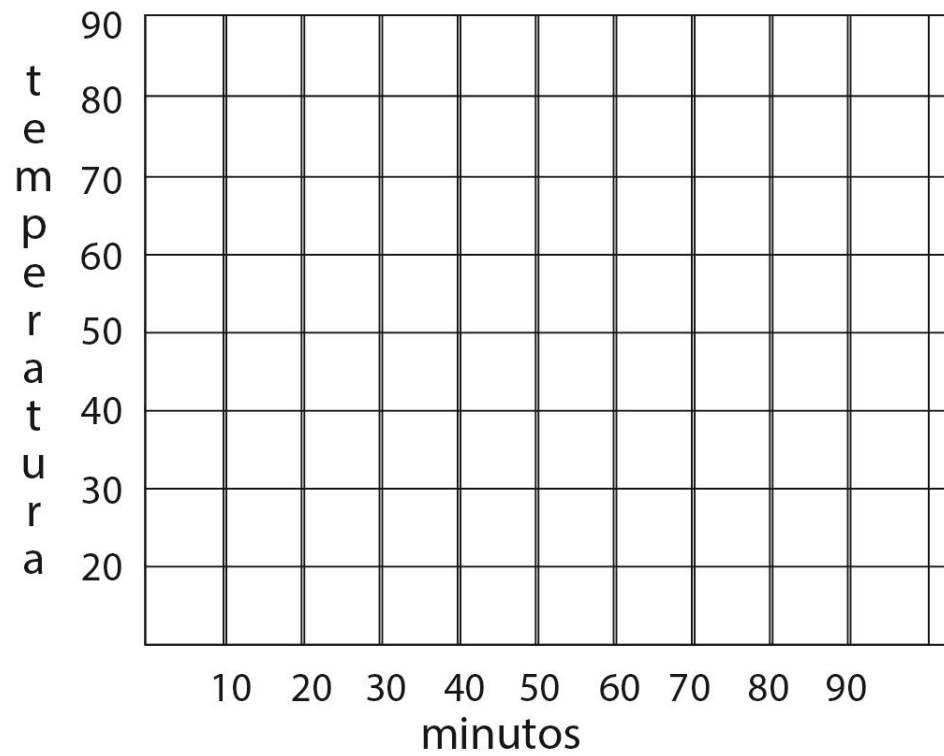
Anexo 2

Registro de Planta	Registro de procesos	R7
Maceración Escalonada	Implementación: Julio 2016	Editor: Carlos Paredes

Mash		
T Agua		Tiempo (min)
T° Mash 1		
T° Mash 2		
T° Mash 3		
Recirculado		
Mash Out		

Lavado	
Densidad 1	
Densidad 2	
Densidad 3	
Densidad 4	

Temperaturas de la mezcla agua/grano



Anexo 3

3ª. Falso fondo de la olla de maceración



3b Tanque macerador



3c Panel de control de temperatura



Anexo 4

Evaluación sensorial de mosto

Nombre:

Fecha:

Juez cervecero		Cervecero artesanal		Bartender	
Cervecero casero		Aficionado		Ninguno	

Instrucciones: observe las 4 muestras y califíquelas en cualquier orden. Marque con una "X" en la hoja en el casillero correspondiente al código que se marcó en el vaso.

Evaluará una característica: Turbidez

Turbidez

1. Muy Turbia	2. Turbia	3. Ni turbia ni clara	4. Clara	5. Muy Clara
---------------	-----------	-----------------------	----------	--------------

	756	243	084	345
1				
2				

3				
4				
5				

Anexo 5

Evaluación sensorial de cervezas

Nombre:

Fecha:

Juez cervecero		Cervecero artesanal		Bartender	
Cervecero casero		Aficionado		Ninguno	

Instrucciones: observe las 4 muestras y califíquelas en cualquier orden. Marque con una "X" en el la hoja en el casillero correspondiente al código que se marcó en el vaso. Evaluará dos características: Turbidez y formación de espuma. Después de 3 minutos evaluará nuevamente la espuma.

Turbidez

1. Muy Turbia	2. Turbia	3. Ni turbia ni clara	4. Clara	5. Muy Clara
---------------	-----------	-----------------------	----------	--------------

	456	654	379	176
1				
2				
3				
4				
5				

Formación de espuma

1. Muy Escasa	2. Escasa	3. Ni escasa ni abundante	4. Abundante	5. Muy abundante
---------------	-----------	---------------------------	--------------	------------------

	456	654	379	176
1				
2				
3				
4				
5				

Retención de espuma

1. Muy Escasa	2. Escasa	3. Ni escasa ni abundante	4. Abundante	5. Muy abundante
---------------	-----------	---------------------------	--------------	------------------

	456	654	379	176
--	------------	------------	------------	------------

1				
2				
3				
4				
5				

Anexo 6

Evaluación sensorial de cerveza

Nombre:

Fecha:

Juez cervecero		Cervecero artesanal		Bartender	
Cervecero casero		Aficionado		Ninguno	

Instrucciones: observe las 4 muestras y califíquelas en cualquier orden. Marque con una "X" en el la hoja en el casillero correspondiente al código que se marcó en el vaso. Evaluará dos características: Sabor a malta y sabor a lúpulo

Sabor a malta: Sabores semejantes a pan, galleta, bizcocho, trigo. Marque la intensidad percibida en cada muestra de estos perfiles

1. Poco perceptible	2. Perceptible	3. Intenso	4. Muy Intenso
---------------------	----------------	------------	----------------

	756	243	084	345
1				
2				
3				
4				

Sabor a caramelo: Notas caramelizadas. Marque la intensidad percibida en cada muestra de estos perfiles

1. Poco perceptible	2. Perceptible	3. Intenso	4. Muy Intenso
---------------------	----------------	------------	----------------

	756	243	084	345
1				
2				
3				
4				

Aroma a lúpulo: Sabores semejantes a Frutos tropicales, flores, especias. Marque la intensidad percibida en cada muestra de estos perfiles

1. Poco perceptible	2. Perceptible	3. Intenso	4. Muy Intenso
---------------------	----------------	------------	----------------

	756	243	084	345
1				
2				
3				
4				

Amargor: Marque la intensidad percibida en cada muestra de estos perfiles

1. Poco perceptible	2. Perceptible	3. Intenso	4. Muy Intenso
---------------------	----------------	------------	----------------

	756	243	084	345
1				
2				
3				
4				

Percepción de alcohol: Se percibe como calentamiento en la boca. Marque la intensidad percibida en cada muestra de estos perfiles

1. Poco perceptible	2. Perceptible	3. Intenso	4. Muy Intenso
---------------------	----------------	------------	----------------

	756	243	084	345
1				
2				
3				
4				

Anexo 7

Evaluación de la capacitación “Nuevas Técnicas de maceración”

16/06/2016

Nombre:

Escoja la respuesta que considere correcta encerrando en un círculo la letra correspondiente

1. La maceración por “Infusión simple” consiste en
 - a. Mantener una sola temperatura durante todo el tiempo de maceración
 - b. Variar la temperatura al menos tres veces durante la maceración
 - c. Someter a la mezcla agua/grano a agitación continua
2. Algunos de los beneficios de aplicar “maceración escalonada” son
 - a. Evitar contaminación en la cerveza, eliminar microorganismos, evitar sabores de Dimetil sulfuro
 - b. Hacer más rápida la fermentación, oxigenar el mosto, estandarizar el amargor
 - c. Mejorar el rendimiento en la extracción de azúcares, reducir turbidez de la cerveza, facilitar la recirculación del mosto
3. El descanso proteolítico se da a temperatura de, pues esa temperatura beneficia la acción de las enzimas.....
 - a. 35°C, proteasas
 - b. 50°C, proteasas
 - c. 50°C, amilasas

Responda verdadero o Falso

4. A 63° C actúan de mejor forma las β - amilasas y a 70°C actúan mejor las α -amilasas ()
5. El carbonato de calcio ayuda a resaltar el perfil amargo en las cervezas ()
6. El pH óptimo para la acción de amilasas es 7,2 ()

Complete

7. Pinte los cuadros que representan la maceración escalonada que se aplicará en Andes

T°C/minutos	10	20	30	40	50	60	70
80							
70							
60							
50							
40							
30							
20							

8. Resuma según su criterio los beneficios de las nuevas técnicas de maceración para las cervezas de Andes Brewing Co.