



1859

UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Agronomía

Estrategias de nutrición en el cultivo de uvilla (*Physalis peruviana*) y su efecto en la calidad de una bebida fermentada con el uso de dos levaduras, en la hoya de Loja.

Trabajo de Integración Curricular
previo a la obtención del título de
Ingeniera Agrónoma.

AUTORA:

Marilin Nicool Andrade Gordillo

DIRECTOR:

Ing. Johnny Fernando Granja Trávez Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2023

Certificación

Loja, 27 de mayo de 2023

Ing. Johnny Fernando Granja Trávez Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: Estrategias de nutrición en el cultivo de uvilla (*Physalis peruviana*) y su efecto en la calidad de una bebida fermentada con el uso de dos levaduras, en la hoya de Loja, de la autoría del estudiante Marilin Nicool Andrade Gordillo, con cédula de identidad Nro. 1900777556 previa a la obtención de título de Ingeniera Agrónoma. Una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Nacional de Loja, apruebo y autorizo su presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Ing. Johnny Fernando Granja Trávez Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Marilyn Nicool Andrade Gordillo**, declaro ser el autor del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular en el Repositorio Digital Institucional - Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula de identidad: 1900777556

Fecha: 20 de julio del 2023

Correo electrónico: marilin.andrade@unl.edu.ec

Teléfono: 0994177977

Carta de autorización por parte de la autora, para la consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.

Yo, **Marilin Nicool Andrade Gordillo**, declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Estrategias de nutrición en el cultivo de uvilla (*Physalis peruviana*) y su efecto en la calidad de una bebida fermentada con el uso de dos levaduras, en la hoya de Loja**, como requisito para optar por el título de **Ingeniero Agrónomo**, autorizo al sistema bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre al mundo la publicación intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veinte días del mes de julio del dos mil veinte y tres.

Firma:



Autora: Marilin Nicool Andrade Gordillo

Cédula: 1900777556

Dirección: Av. Pio Jaramillo Alvarado, Barrio el electricista, Cantón Loja - Loja

Correo electrónico: marilin.andrade@unl.edu.ec

Teléfono: 0994177977

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director de Trabajo de Integración Curricular: Ing. Johnny Fernando Granja Trávez Mg. Sc.

Dedicatoria

A mi Dios que me ha dado la fortaleza y el impulso de lograr todo lo que me proponga, que me permitió llegar hasta esta etapa importante de mi vida profesional, siendo mi refugio en los días grises.

A mis dos rayitos de luz Francisco (+) y Delia (+), que desde el cielo me iluminan con su amor infinito que trasciende en el tiempo, siendo mi motivación más grande para conseguir lo que me proponga, que, aunque no estén físicamente, puedan sentir que todo mi esfuerzo es por ellos.

A quien ha hecho sacrificios que solo ella sabe que hizo y los sigue haciendo para sacarme adelante, mi fiel compañera a lo largo de la vida, impulsándome a dar lo mejor de mí y mostrándome que con perseverancia y dedicación las metas si se cumplen, para ella que es mi madre a la cual amo con mi corazón.

A mi padre por su apoyo y sus consejos, por tener siempre una palabra de ánimo, mostrándome un camino de valores, haciéndome soñar en grande y el cual me ha dado valentía para enfrentarme a los retos más difíciles, sembrando en mí el deseo de superación.

Marilin Nicool Andrade Gordillo

Agradecimiento

Agradezco principalmente a Dios, por darme sabiduría y resiliencia durante momentos difíciles a mis padres que apoyaron de manera económica y emocional lo cual me permitió formarme como profesional.

Agradezco de manera especial a mi director de Trabajo de Integración Curricular y amigo Ing. Johnny Granja por su paciencia y su constancia durante la realización de mi trabajo, el cual me brindo sus conocimientos para hacer posible este trabajo llevadero. Un especial agradecimiento al Ing. Freddy Eliazar Tinoco Tinoco, el cual me ayudó a resolver cualquier duda durante este tiempo.

A la Universidad Nacional de Loja por brindarme todos sus espacios que fueron indispensables para realizar las prácticas y que aportaron para que me pueda formar como profesional de Agronomía

También a mis Amigas/os, conocidos, compañeros y docentes de la Universidad Nacional de Loja quienes confiaron en mí y me brindaron sus conocimientos para poder cumplir este objetivo.

Marilin Nicool Andrade Gordillo

Índice de contenidos

Título	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas:	ix
Índice de figuras:	x
Índice de anexos:	xi
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1 Abstract	3
3. Introducción	4
3.1 Objetivo General	6
3.2 Objetivos específicos	6
4. Marco teórico	7
4.1 Cultivo de la uvilla	7
4.1.1 Etapas Fenológicas	7
4.1.2 Composición fisicoquímica y nutricional	8
4.1.3 Requerimientos edafoclimáticos	8
4.2 Nutrición y fertilización	9
4.2.1 Requerimientos nutricionales	9
4.2.2 Nutrición orgánica	10
4.2.2.1 Ácidos húmicos y fúlvicos	10
4.3 Subproductos del cultivo de uvilla	11
4.4 Tipos y estilos de cerveza	11
4.5 Fermentación	12
4.5.1 Influencia de la acidez	12
4.5.2 Influencia del pH	13
4.5.3 Levaduras usadas en fermentación	13

4.5.3.1	Levadura ale (SAFALE S-04).....	13
4.5.3.2	Levadura K-97	14
4.5.4	Análisis de calidad del fruto	14
5.1	Localización de estudio.....	16
5.2	Metodología general	16
5.3	Metodología para cada objetivo	20
5.3.1	Metodología para el primer objetivo.....	20
5.3.2	Metodología para el segundo objetivo.....	23
6.	Resultados.....	28
6.1	Resultados para el primer objetivo	28
6.1.1	Rendimiento	28
6.1.2	Diámetro o calibre de futo	28
6.1.3	Firmeza del fruto o presión de la pulpa.....	29
6.1.4	Grados Brix o ácidos solubles	29
6.1.5	Determinación de Acidez titulable.....	29
6.1.6	Determinación del pH	30
6.2	Resultados para el segundo objetivo	30
6.2.1	Características fisicoquímicas	32
6.2.2	Color.....	32
6.2.3	Pruebas organolépticas	34
7.	Discusión.....	40
8.	Conclusiones	44
9.	Recomendaciones	45
10.	Bibliografía	46
11.	Anexos.....	50

Índice de tablas:

Tabla 1. Etapas fenológicas en el cultivo de uvilla.	7
Tabla 2. Reportes de la composición fisicoquímica de <i>Physalis peruviana</i> L.....	8
Tabla 3. Análisis químico del suelo realizado en el sector Colinas Lojanas de la provincia de Loja.....	21
Tabla 4. Análisis de CIC en el suelo de Colinas lojanas de la provincia de Loja.	21
Tabla 5. Rendimiento de uvilla expresado en gramos (g) por planta al aplicar distintos tratamientos. Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) según la prueba de tukey.....	28
Tabla 6. Diámetro de fruto en mm en cultivo de uvilla en relación con la fertilización. Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) según la prueba de Tukey.....	28
Tabla 7. Firmeza del fruto de uvilla expresado en newton en relación con la fertilización. Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) según la prueba de Tukey.....	29
Tabla 8. Grado de dulzor en el cultivo de uvilla, en relación con la aplicación de distintos tratamientos de fertilización.....	29
Tabla 9. Acidez en relación con la fertilización en el cultivo de uvilla. Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) según la prueba de Tukey.....	30
Tabla 10. pH en relación con la fertilización en el cultivo de uvilla. Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) según la prueba de Tukey	30
Tabla 11. Acidez en relación con la aplicación de distintas cepas de levadura en la cerveza de uvilla. Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) según la prueba de Tukey.	30
Tabla 12. Promedios de pH en la cerveza de uvilla en relación con la aplicación de distintas cepas de lavaduras.	31
Tabla 13. Promedios de sólidos disueltos en la cerveza de uvilla en relación con la aplicación de distintas cepas de lavaduras.	31
Tabla 14. Promedios de grados de alcohol en la cerveza de uvilla en relación con la aplicación de distintas cepas de lavaduras.	31

Tabla 15. Características descriptivas físico-químicas de pH, sólidos disueltos totales (STD), grados de alcohol y acidez titulable de la cerveza artesanal de uvilla con relación a los tratamientos de levaduras y nutrición utilizadas.	32
Tabla 16. Color de la cerveza artesanal de uvilla con relación a las cepas utilizadas en los distintos tratamientos aplicados en campo.	33

Índice de figuras:

Figura 1. Uvilla: a) Flor, b) Fruto inmaduro, c) Fruto maduro, d) Fruto y semillas	7
Figura 2. Mapa de ubicación perteneciente a la provincia de Loja, sector Colinas Lojanas, donde se desarrolló el proyecto.	16
Figura 3. Esquema en campo del cultivo de uvilla con tres tratamientos de nutrición (N.).	19
Figura 4. Esquema del proceso de industrialización para la elaboración de la cerveza con dos cepas de levadura a partir de uvillas tratadas con tres niveles de nutrición (N.).	20
Figura 5. Claridad dentro del parámetro de apariencia de la cerveza de uvilla con relación a las cepas de levaduras utilizadas.	34
Figura 6. Espuma dentro del parámetro de apariencia de la cerveza de uvilla en relación con las cepas de levaduras utilizadas y al tratamiento de nutrición en campo.....	35
Figura 7. Intensidad dentro del parámetro de sabor de la cerveza de uvilla con relación a las cepas de levaduras utilizadas y al tratamiento de nutrición en campo.	35
Figura 8. Retrogusto dentro del parámetro de sabor de la cerveza de uvilla en relación con cepas de levaduras utilizadas y al tratamiento de nutrición en campo.	36
Figura 9. Balance dentro del parámetro de sabor de la cerveza de uvilla con relación a las cepas de levaduras utilizadas y al tratamiento de nutrición en campo.	36
Figura 10. Puntaje final de la catación de la cerveza artesanal de uvilla aplicando distintas cepas de levaduras y en relación con la nutrición en campo.	37
Figura 11. Análisis multivariado combinado de correspondencias sobre variables cualitativas en la calidad de cerveza en relación a la nutrición en campo y las cepas de levaduras utilizadas.....	38
Figura 12. Análisis multivariado combinado de correspondencias sobre variables cualitativas en la calidad de cerveza en relación a las cepas de levaduras utilizadas.	38

Figura 13. Análisis multivariado combinado de correspondencias sobre variables cualitativas en la calidad de cerveza en relación a la nutrición aplicada en campo.....	39
---	----

Índice de anexos:

Anexo 1. A) Fertilización orgánica con ácidos húmicos y fúlvicos. B) Fertilización química en base al análisis del suelo.....	50
Anexo 2. A) Distancia entre plántulas de uvilla. B) Producción en el cultivo de uvilla.....	50
Anexo 3. A) Medición del diámetro. B) Cálculo de la presión en la fruta uvilla.	51
Anexo 4. Determinación del pH en el jugo de uvilla.	51
Anexo 5. A) Indicador de la acidez total (Fenolftaleína). B) Determinación de la acidez en el jugo de uvilla.....	52
Anexo 6. Cereales utilizados para la elaboración de la cerveza artesanal de uvilla.	52
Anexo 7. A) Lúpulo cascade y citra. B) Fruta destinada para la elaboración de cerveza.	53
Anexo 8. Cocción de cereales y recirculado para la elaboración de la cerveza.....	53
Anexo 9. Resultado del mosto después del recirculado. A) Antes. B) Después.....	54
Anexo 10. Fermentación del mosto, la cual contiene levadura y la fruta.	54
Anexo 11. A) Transvase eliminando la fruta presente en los envases. B) Gasificación de la cerveza artesanal.	55
Anexo 12. Envasado de la cerveza artesanal de uvilla.....	56
Anexo 13. Etiquetado con su respectivo tratamiento para su identificación.	56
Anexo 14. Desgasificación para la determinación de la acidez titulable en la cerveza de uvilla.	57
Anexo 15. Análisis de suelo de macro y micronutrientes con su porcentaje de materia orgánica presente.	58
Anexo 16. Análisis de suelo en cuanto a la capacidad de intercambio catiónico	59
Anexo 17. Tabla justada en base al análisis de suelo y requerimientos del cultivo para una dosis adecuada de fertilizantes.....	59
Anexo 18. Acidez con relación al aplicar distintas cepas de levadura en la cerveza de uvilla. ...	60
Anexo 19. Resultados de pH con relación a la aplicación de distintas cepas de levadura en la cerveza de uvilla.....	60
Anexo 20. Sólidos totales disueltos (STD) en la cerveza de uvilla con relación a la aplicación de distintas cepas de lavaduras.	61

Anexo 21. Hoja de catación realizada por expertos en cerveza..... 62

Anexo 22. Certificado para el resumen del trabajo de investigación escrito en inglés o Abstract
..... 63

1. Título

Estrategias de nutrición en el cultivo de uvilla (*Physalis peruviana*) y su efecto en la calidad de una bebida fermentada con el uso de dos levaduras, en la hoya de Loja.

2. Resumen

El cultivo de uvilla ha despertado interés en los últimos años por su sabor y propiedades nutricionales convirtiéndose además en un producto exportable. Sin embargo, aún se conoce poco sobre su manejo y técnicas de producción. Por ejemplo, establecer una nutrición eficiente es fundamental, lo cual se ve reflejado en el crecimiento y la calidad del fruto, con ello es posible la transformación de la materia prima en productos elaborados, como lo es la cerveza artesanal, dándole un valor agregado. En este sentido se determinó la mejor estrategia de nutrición en el cultivo de uvilla y su efecto sobre la calidad de una bebida fermentada frente al uso de diferentes levaduras. El ensayo se realizó en dos fases una de campo y otra en transformación a bebida. Para la primera fase, se aplicó un diseño en bloques completamente al azar en el cual se probaron tres tipos de nutrición (testigo sin nutrición, nutrición orgánica y nutrición con fertilización completa inorgánica) obteniendo en total 3 tratamientos con 8 repeticiones, con 24 UE (2 plantas por UE) a una distancia de 2 m entre hileras y 1 m entre plantas. Para la segunda fase una vez cosechados los frutos de cada tratamiento en campo se pasó a la etapa de fermentación de la bebida en la cual se utilizaron dos cepas de levaduras (S-04, K-97), con 3 repeticiones de un mismo mosto, con un total de 6 UE para la etapa industrial. Para conocer el efecto de la nutrición y las cepas en la calidad de la cerveza se realizaron análisis tipo ANOVA y pruebas de Tukey al 95 % de confianza, además para la segunda etapa se realizaron evaluaciones de tipo cuantitativo para las características físico-químicas y cualitativo en las pruebas organolépticas, con ayuda de 3 personas especializadas en cata de cerveza. Se encontraron diferencias significativas al aplicar fertilización química para la etapa de campo e industrialización al aplicar la cepa S-04. En conclusión, la mejor estrategia de nutrición que ayudó a potenciar la calidad de la cerveza artesanal de uvilla fue la nutrición completa química con base en los requerimientos del cultivo y a los análisis del suelo. En cuanto a la aplicación de cepas de levaduras la cepa S-04 nos proporcionó una cerveza con menos grado de acidez, de pH, y STD, mientras que al utilizar la cepa K-97 se obtuvo una cerveza más ácida con un pH y STD mayores. Referente a las pruebas organolépticas los resultados de cata de manera cuantitativa mostraron que al aplicar la levadura S-04 se obtuvo el puntaje más alto de 23/30 siendo una cerveza clara, pobre en espuma, con retrogusto corto.

Palabras clave: *Cerveza artesanal, ácidos húmicos y fúlvicos, cepas, pruebas organolépticas, retrogusto, STD.*

2.1 Abstract

The cultivation of cape gooseberry or “uvilla” has aroused interest in recent years due to its flavor and nutritional properties, also becoming an exportable product. However, little is still known about its management and production techniques. For example, establishing efficient nutrition is essential, which is reflected in the growth and quality of the fruit, with this it is possible to transform the raw material into elaborated products, such as craft beer, giving it added value. In this sense, the best nutrition strategy in the cultivation of “uvilla” and its effect on the quality of a fermented drink compared to the use of different yeasts was determined. The test was carried out in two phases, one in the field and the other in transformation to drink. For the first phase, a completely randomized block design was applied in which three types of nutrition were tested (control without nutrition, organic nutrition and nutrition with complete inorganic fertilization) obtaining a total of 3 treatments with 8 repetitions, with 24 EU (2 plants per EU) at a distance of 2 m between rows and 1 m between plants. For the second phase, once the fruits of each field treatment were harvested, we continued to the drink fermentation stage, in which two yeast strains (S-04, K-97) were used, with 3 repetitions of the same must, with a total of 6 EU for the industrial stage. To know the effect of nutrition and strains on the quality of the beer, ANOVA type analyzes and Tukey tests at 95 % confidence were carried out, in addition, to the second stage, quantitative evaluations were carried out for the physical-chemical and qualitative characteristics in the organoleptic tests, with the help of 3 people specialized in beer tasting. Significant differences were found when applying chemical fertilization for the field stage and industrialization when applying the S04 strain. In conclusion, the best nutrition strategy that helped to enhance the quality of the “uvilla” craft beer was complete chemical nutrition based on crop requirements and soil analysis. Regarding the application of yeast strains, the S-04 strain provided us with a beer with a lower degree of acidity, pH, and STD, while when using the K-97 strain, a more acidic beer was obtained with a higher pH and STD. Regarding the organoleptic tests, the quantitative tasting results showed that when applying the S-04 yeast, the highest score of 23/30 was obtained, being a light beer, poor in foam, with a short aftertaste.

Keywords: *Craft beer, humic and fulvic acids, strains, organoleptic tests, aftertaste, STD.*

3. Introducción

Physalis peruviana es una fruta endémica de la región andina, conocida en Ecuador como uvilla, ha sido recientemente una alternativa de producción para la economía de muchos países debido a que presenta buenas perspectivas e interés en los mercados internacionales así lo menciona Córdova (2020), además Fischer et al. (2014) resalta que posee características nutricionales y propiedades medicinales alcanzando altos valores comerciales gracias a sus características organolépticas y nutricionales, ya que se la puede consumir no solo en fruta fresca, sino también para otra clase de productos como es el caso de la de cerveza lo cual la hacen atractiva para el mercado.

En el Ecuador la producción de uvilla se realiza por pequeños y medianos productores de la Sierra Norte entre los 2 000 a 3 000 msnm, especialmente en la provincia de Imbabura, en donde, mediante sistemas de producción semi-tecnificado, se encuentra el 40 % de los cultivos, con producciones de 13,6 t/ha. En el año 2012 Ecuador exportó 104,7 t, por un valor FOB (Libre a bordo, puerto de carga convenido) de 407 640 USD, con un precio de 3,57 USD /kg. Los principales países de destino en orden de importancia de consumo son: Holanda con el 43 % del total, seguido por España, Alemania, Canadá, Reino Unido, Suecia, Bélgica, Suiza e Italia (Altamirano, 2010).

No obstante, a nivel nacional esta fruta es cultivada por pequeños productores los cuales se enfrentan a retos de carácter tecnológico y productivo con escasa asistencia técnica, generando escasa productividad y condiciones de cantidad y calidad deficientes, para competir y obtener adecuados niveles de rendimiento y rentabilidad (Altamirano, 2010). Por lo tanto, es importante considerar que el crecimiento y la calidad se ven limitados por el suministro de los nutrientes requeridos por la planta, por ello es fundamental determinar un sistema de fertilización que permita mejorar su desarrollo, basándose principalmente en las necesidades del cultivo y el efecto que causa la fertilización química u orgánica, con ello se pretende mejorar el desarrollo fisiológico, por ende la calidad y rendimiento del cultivo de uvilla, buscando el tratamiento más rentable (J. Córdova, 2020).

La carencia de potasio (K) en las plantas afecta la producción y la calidad de los frutos así lo menciona Silva Parra et al. (2015), además el boro es un microelemento involucrado en el transporte de azúcares (Martínez et al., 2009), lo cual ayuda al dulzor de la fruta fresca.

Por otra parte, existe muy poca información sobre productos derivados, lo que puede incrementar mucho más la rentabilidad al darle un valor agregado como es la creación de bebidas

fermentadas, ya que han tenido una buena acogida en los últimos años, siempre y cuando sean agradables a su paladar, diversificando su uso en la industria y generando nuevas fuentes de ingresos económicos. Se utilizó esta fruta por la aceptabilidad que ella tiene por parte de la población, lo que al ser industrializada impulsará a una mayor producción agrícola (Cabrera, 2012). Esto puede suponer una alternativa de producción para la economía de muchos países, debido a que posee características nutricionales, organolépticas y propiedades medicinales óptimas que alcanzan altos valores comerciales (Fischer et al., 2014), contribuyendo a su vez al aumento de fuentes de trabajo, e incluso lograr una entrada económica adicional mediante la producción y comercialización de esta bebida, evitando también que los agricultores emigren del campo hacia las ciudades (Carvajal & Insuasti, 2010).

A nivel nutricional el valor de la cerveza depende en gran medida de los procesos que se ejecutan en la elaboración, los cuales poseen un mayor valor proteico y de micronutrientes que la cerveza convencional o industrializada, lo que no se sabe y se pretende investigar es si los fertilizantes ya sean orgánico o inorgánicos pueden llegar a afectar a la calidad de la cerveza (Mendoza et al., 2022). Por ejemplo se sabe que cuanto mayor contenido de azúcar presente el mosto mayor será el grado alcohólico, esto su vez depende de la cepa de levadura utilizada (Ferreyra & Vicente, s. f.). Así mismo coincide Suarez (2013) el cual menciona que el tipo de levadura puede llegar a influenciar en los grados de alcohol y por ende en su dulzor. Cabrera (2012) nos menciona que un factor que influye fuertemente en el proceso fermentativo es el tipo de levadura.

La presente investigación está vinculada con la línea de investigación “Sistemas de producción agropecuaria para la soberanía alimentaria” así mismo la carrera de Agronomía cuenta con dos líneas de investigación que son las siguientes: “Las tecnologías para la producción y posproducción agrícola sostenible” y “Gestión de sistemas productivos, comercialización, emprendimientos y cadena de valor agroalimentaria”.

Teniendo en cuenta el potencial de este cultivo, es de suma importancia investigar sobre las estrategias de nutrición y en la transformación de la materia prima en productos elaborados que le den un valor agregado, y de esta forma encontrar respuestas a estas limitantes de manera que se pueda obtener una fruta de calidad y apta para el uso como producto transformado (Altamirano, 2010). A continuación, se plantean las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuál es la mejor estrategia de nutrición en el cultivo de uvilla y su efecto sobre la calidad de una bebida fermentada

frente al uso de diferentes levaduras? ¿Cuál es la mejor estrategia de nutrición para el cultivo de uvas que ayude a potenciar la calidad de una bebida fermentada? ¿Cuál es el efecto de aplicar diferentes levaduras en la calidad de una bebida fermentada? Con ellas se formula los siguientes objetivos.

3.1 Objetivo General

- ✓ Determinar la mejor estrategia de nutrición en el cultivo de uvas y su efecto sobre la calidad de una bebida fermentada frente al uso de diferentes levaduras.

3.2 Objetivos específicos

- ✓ Identificar la mejor estrategia de nutrición para el cultivo de uvas que ayude a potenciar la calidad de una bebida fermentada.
- ✓ Evaluar el efecto de aplicar diferentes levaduras en la calidad de una bebida fermentada.

4. Marco teórico

4.1 Cultivo de la uvilla

La uvilla pertenece a las solanácea del género *Physalis*, son plantas herbáceas anuales o perennes, con hábito de crecimiento erecto, rastrero y semirrastrero. En la mayoría de las especies la altura de la planta varía de 0,20 a 2 m. El fruto es una baya carnosa y succulenta, en su mayoría sésil, de color verde, naranja, amarilla, llega a medir de 0,8 a 1,5 cm de diámetro. El cáliz que se enlonga después de la fecundación de la flor es inflado vesicular, cubre por completo a la baya durante la fructificación. La figura 1 muestra que el color del cáliz en estado inmaduro es verde, pero en el caso de los frutos maduros pierden su clorofila (a partir de los 40 a 45 días después de la fecundación) volviéndose totalmente de color amarillo. Las semillas son de color café dorado o amarillas reniformes, con un diámetro de 1,2 y 2 mm (Antúnez, 2018).

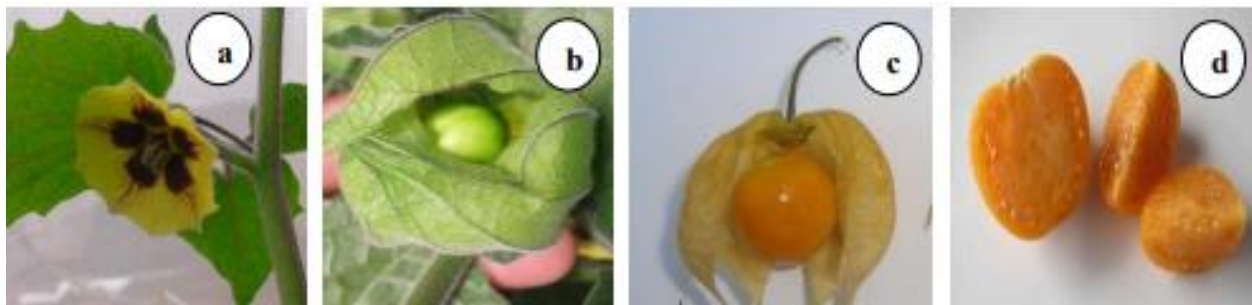


Figura 1. Uvilla: a) Flor, b) Fruto inmaduro, c) Fruto maduro, d) Fruto y semillas

4.1.1 Etapas Fenológicas

La tabla 1 nos muestra las etapas fenológicas del cultivo de uvilla (Palacios, 2013):

Tabla 1. Etapas fenológicas en el cultivo de uvilla.

ETAPAS	DURACIÓN
Inicial	0 a 89 días
Desarrollo vegetativo	90 a 131 días
Floración	132 a 164 días
Fructificación y cuajado	165 a 191 días
Producción	192 a 202 días

4.1.2 Composición fisicoquímica y nutricional

Numerosas investigaciones reportan la caracterización fisicoquímica de la uvilla (*Physalis peruviana* L.), la tabla 2 nos muestra valores aproximados para parámetros como sólidos solubles expresados como °Brix con contenidos que van entre 12,5 y 14,3 %, el porcentaje de acidez expresado como % de ácido cítrico oscila entre 2,0 y 2,4 %. En los frutos maduros el pH y los °Brix decrecen lo que lleva a un aumento de la acidez de un 2,0 a 2,1 % (Aristizábal, 2013).

Tabla 2. Reportes de la composición fisicoquímica de *Physalis peruviana* L.

Parámetros fisicoquímicos	(Mendoza Ch, Rodríguez de S, & Millán, 2012).	(Marín A, Cortés R, & Cotes T, 2009)	(Márquez C, Trillos G, Cartagena V, & Cotes T, 2009).	(Restrepo Duque, Cortés R, & Márquez C, 2009)
Actividad de agua	0,99	0,99	--	--
Acidez	2,00	2,05	2,40	2,10
°Brix	13,00	14,30	12,50	13,80
Densidad (kg/m ³)	1,10	1,03	--	--
pH	3,72	3,39	3,56	3,39

4.1.3 Requerimientos edafoclimáticos

Presenta un buen comportamiento en las regiones entre 1 800 y 2 800 m.s.n.m., con alta luminosidad, precipitación anual de entre 1 000 y 2 000 mm y humedad relativa de 70 a 80 %, con temperaturas promedio entre 13 y 18 °C.

La producción va a depender del paquete tecnológico que se maneje, cada planta produce de 3 a 8 kg por ciclo; en el campo abierto tiene rendimientos de 6 000 a 12 000 kg/ha y bajo invernadero de 25 000 a 35 000 kg/ha, la recolección puede iniciarse alrededor de los cinco a seis meses, dependiendo de la altitud en la que se desarrolle el cultivo, se realiza cada ocho días por alrededor de treinta semanas, según algunos autores el cambio de color del cáliz de verde a amarillo indica el comienzo de la maduración (Palacios, 2013).

4.2 Nutrición y fertilización

4.2.1 Requerimientos nutricionales

Según Córdova (2020) es una planta muy exigente en nitrógeno al comienzo de su ciclo, el cual tiene gran influencia en el crecimiento y desarrollo de la planta, mientras se forma un menor número y longitud de ramas, disminuyendo la cantidad y el tamaño de los frutos. En cuanto al fósforo es un elemento que se utiliza generalmente en bajas cantidades, pero de gran importancia, ya que está relacionado con la calidad del fruto en la síntesis de azúcar y almidón. En el estado de prefloración es importante aplicar un fertilizante que contenga alto contenido de fósforo y a partir del cuajado el potasio es indispensable para la formación de un buen tamaño de los frutos ya que su deficiencia produce pérdida de turgencia y marchitamiento, más acentuado en condiciones de déficit hídrico, además de dar firmeza a los tejidos y grosor a las paredes celulares.

Yfran et al. (2017) nos menciona que el calcio actúa como agente cementante de las células, se encuentra estrechamente relacionado con la actividad meristemática, tiene influencia en la regulación de los sistemas enzimáticos y la actividad de fitohormonas y aumenta la resistencia de los tejidos a patógenos, incrementando la vida útil pos cosecha y calidad nutricional.

El magnesio tiene un papel estructural como componente de la molécula de clorofila, el transporte de carbohidratos desde las hojas hasta los tejidos que crecen activamente en las raíces de las plantas, en los brotes y en los órganos reproductivos, requiere niveles adecuados de magnesio (Rodríguez & Flórez, 2004).

El Zn es necesario para el desarrollo adecuado de las flores y para el proceso de fecundación, por lo que en condiciones pobres de zinc se ven afectados severamente los órganos reproductores de las plantas (Amezcuea & Lara, 2017).

Yfran et al.(2017) también nos menciona que el Boro es un elemento del cual no se conoce con certeza su papel en el metabolismo, pero se considera que podría funcionar como una coenzima o intervenir en procesos enzimáticos y en el metabolismo y la translocación de carbohidratos y, al igual que el calcio, también desempeñaría un papel importante en la estructura de la célula y la integridad de la pared celular. Vera (2001) cree que el boro facilita el transporte de azúcares a través de la membrana formando un complejo azúcar-borato, tiene intervención directa en la síntesis de sacarosa (donde se precisa uracilo) y almidón.

4.2.2 Nutrición orgánica

4.2.2.1 Ácidos húmicos y fúlvicos

Los ácidos húmicos y fúlvicos son moléculas complejas orgánicas formadas por la descomposición de materia orgánica, estas influyen directamente en la fertilidad del suelo, a la vez que contribuyen significativamente a su estabilidad, incidiendo en la absorción de nutrientes y como consecuencia directa, en un crecimiento y desarrollo óptimo de la planta.

Tanto los ácidos húmicos como los ácidos fúlvicos son de gran importancia en los cultivos, ya que evitan que las tierras se compacten, ayudan a transferir nutrientes del suelo a la planta y pueden mejorar el balance nutricional y el aprovechamiento de fósforo y de microelementos.

Son fertilizantes y mejoradores del suelo, fuertemente ionizados formulados especialmente para incrementar la producción de aminoácidos en las plantas y enriquecer los suelos de cultivo, por sus propiedades quelantes estos ácidos ayudan a liberar los nutrientes atrapados en los suelos. Los ácidos húmicos se pueden aplicar tanto a través de sistemas tecnificados de riego como de cualquier otro tipo de sistema de riego (Paria, 2015).

Ácidos húmicos

Los ácidos húmicos se caracterizan por ser una sustancia de color pardo oscuro, alto peso molecular, solubles en medios alcalinos, alto CIC en el suelo, menor penetración foliar y radicular, pero buena movilidad de los nutrientes en la planta. Los ácidos húmicos son muchos más activos bioquímicamente y los ácidos fúlvicos tienden a ser más activos geológica y químicamente.

Ácidos Fúlvicos

El ácido fúlvico es uno de los diferentes ácidos húmicos, son de color café – amarillo y de menor peso molecular, solubles en medios ácidos y alcalinos, con muy buen CIC y alta capacidad complejante del fósforo y de microelementos como Cu, Zn, Mn y Mg y una mayor penetración foliar y radicular. Los ácidos fúlvicos interfieren con los nutrientes minerales del suelo y facilitan la absorción de los nutrientes.

Contribuyen significativamente a la estabilidad y fertilidad del suelo resultando en crecimiento excepcional de la planta y en el incremento en la absorción de nutrientes. La utilización de sustancias húmicas (principalmente los ácidos húmicos) incrementa el desarrollo radical, ya sea mediante la aplicación al suelo en soluciones de nutrientes, o a través de la aplicación foliar. Las sustancias húmicas también tienen un efecto directo sobre el crecimiento de las plantas, ya que al

ser absorbidas, influyen en varios procesos bioquímicos en la pared celular, a nivel de la membrana celular, o en el citoplasma (Lutuala, 2016).

4.3 Subproductos del cultivo de uvilla

La uvilla constituye también un ingrediente atractivo para ensaladas de vegetales, frutas, así como para platillos gourmet, cocktails y licores. Sirve de elemento decorativo para adornar tortas, pasteles, al igual que las guindas o cerezas. Procesada se le puede encontrar congelada, en puré, pulpa, mermeladas, conservas o deshidratada. Otros diferentes usos son en: jugos, vino, además, se consume sola, en almíbar, postres y con otras frutas dulces (Fuealtala, 2014).

4.4 Tipos y estilos de cerveza

La cerveza se puede clasificar bajo distintos parámetros entre los cuales se encuentran: aspecto, método de elaboración, ingredientes empleados, procedencia y tipo de fermentación. Esta última es la de mayor incidencia al momento de escoger la cerveza a elaborar, puesto que de esta salen dos grandes tipos de cerveza, las Ale (fermentación alta, es decir 15 a 25 °C) y Lager (fermentación baja, entre 4 a 9 °C) (Cleves & Montaña, 2019).

La cerveza Ale posee las siguientes subdivisiones:

De trigo: Elaboradas a base de trigo, no obstante, es común combinarla con malta de cebada debido a su déficit de enzimas para transformar el almidón en azúcar.

Pale Ale: Elaborada con maltas pálidas, sin embargo, su color puede variar entre dorado profundo hasta el ámbar.

English pale ale: Incluye todas las cervezas amargas de origen británico, poseen altos niveles de ésteres, carbonatación alta y espuma de alta persistencia.

Indian Pale Ale (IPA): Desarrollada por los cerveceros británicos, su color puede variar de dorado claro a ámbar rojizo. Tiene un carácter recio, es decir, un fuerte sabor amargo.

American Pale Ale (APA): Elaborada a partir de lúpulo, malta y levadura de procedencia norteamericana. Muestran un color más claro y un menor gusto a caramelo.

Lambic: Proveniente de Bélgica, posee cuatro características básicas.

- Elaborada mediante fermentación espontánea, es decir, sin añadir levadura.
- El proceso de fabricación puede durar varios años.
- Son aromatizadas con frutas en lugar de lúpulo.
- En su receta cuentan hasta con 40 % de trigo crudo.

Barley: Elaborada a base de cebada, su contenido de alcohol está entre 8 - 12 %. Este estilo es de gran complejidad y posee mucho aroma, sabor dulce y maltoso. Su color puede variar, por lo que es intrascendente para este estilo.

Stout: Su receta cuenta con maltas cuyo grado de tostado es extremo, por lo cual alcanza un color negro intenso, con espuma cremosa y densa (Cleves & Montaña, 2019).

4.5 Fermentación

Es la etapa más importante y una de las más complejas, puesto que es aquí donde se da la reacción que permite obtener el alcohol de la cerveza. La responsable de esta fermentación alcohólica es la levadura, ya que este microorganismo consume hexosas y disacáridos, y los transforma en etanol, dióxido de carbono y energía a condiciones anaerobias, es decir, en ausencia de oxígeno. La energía (ATP) se sintetiza a partir de un proceso de glicólisis, seguido del metabolismo del piruvato para luego ser transformado en alcohol (Cleves & Montaña, 2019).

Para que este proceso sea posible, se necesita la presencia de levaduras, que son hongos unicelulares pertenecientes a las eucariotas (Koolman & Röhm, 2004). Dichas levaduras actúan de dos formas: primero, en presencia de oxígeno oxidan los azúcares, produciendo dióxido de carbono, y luego en ausencia de oxígeno fermentan los azúcares transformándolos en alcohol etílico (Villacrés, 2016).

Al producir una bebida alcohólica es importante controlar la cantidad de oxígeno al final del proceso fermentativo, ya que si no se tiene una cantidad reducida puede perderse etanol y aparecer ácido acético en su lugar, lo que produciría sabores y olores desagradables. Además, se debe controlar la temperatura del proceso, ya que si supera los 28 °C comenzará a producirse volatilización de sustancias aromáticas importantes, y a una mayor temperatura las levaduras empezarán a morir (Villacrés, 2016).

4.5.1 Influencia de la acidez

Las levaduras hacen fermentar mejor los azúcares en un medio neutro o poco ácido, cuando una fermentación se detiene no se debe a una falta de acidez, sino a un exceso de temperatura que asfixia las levaduras. Sin embargo, una acidez débil puede convertir en muy graves las consecuencias de esa detención, pues las bacterias de enfermedades se desarrollan más fácilmente cuanto mayor es el pH. La acidez debe ser tal que favorezca el desarrollo de las levaduras, pero que perjudique a las bacterias peligrosas (Córdova, 2010).

4.5.2 Influencia del pH

El pH óptimo para la proliferación de las bacterias se sitúa entre 4,2 y 4,5, el pH límite absoluto se encuentra aproximadamente en 2,9 por debajo del cual la fermentación bacteriana no es posible (Córdova, 2010).

4.5.3 Levaduras usadas en fermentación

La levadura más conocida y utilizada en el mundo de la fermentación, sobre todo para la elaboración de pan y cerveza es *Saccharomyces cerevisiae*, esta ha sido cultivada en laboratorio a través de los años lográndose cepas seleccionadas con distintas características. Además, se ha empleado la ingeniería genética para obtener cepas con mejor calidad (Páez, 2010). Por esto, existen diferentes tipos de levaduras cerveceras, a las cuales se las puede clasificar según su floculación y su pureza (Villacrés, 2016).

. Entre las variantes más utilizadas para la elaboración de cerveza artesanal destacan: *Windsor ale English*, *Nottingham ale English*, *Munich ale German*, *Diamond lager*, *Servomyces*, *Saflager S-23*, *Safale T-58*, *Safale S-33*, *Safale US-56*, y *Safale S-04*, *Bry-97* las cuales poseen características especiales y diferentes unas de otras (Villacrés, 2016).

4.5.3.1 Levadura ale (SAFALE S-04)

La cepa Safale S-04 es cultivada en las Islas Británicas; se desarrolló en los laboratorios de la compañía Fermentis en busca de pureza y mejores características de fermentación. Se trata de una levadura *Saccharomyces cerevisiae* tipo ale inglesa, que se obtiene de una rigurosa selección en los fermentadores más eficientes (Villacrés, 2016).

Esta cepa es muy empleada en la elaboración de cervezas artesanales debido a que posee una buena capacidad de flocular generando una fermentación rápida; además, se deposita en el fondo del fermentador formando un sedimento compacto, lo que hace que se obtenga una cerveza más limpia y clara, y que se pueda recuperar la levadura que queda al final del proceso de fermentación con mayor facilidad, considerando que su temperatura de fermentación recomendada es de 15 a 24 °C (Villacrés, 2016).

4.5.3.2 Levadura K-97

La levadura de cerveza seca Safale K-97 de Fermentis es adecuada para las cervezas Ale. Una de sus principales características es la capacidad de producir una espuma densa durante la fermentación. Adecuado para fermentaciones altas y también para la producción de cervezas de trigo belgas. Los aromas de malta y lúpulo se exaltan gracias a su perfil limpio.

Su temperatura de fermentación oscila entre los 12 y los 25 °C, con una mejor acción entre los 15 y los 20 °C (Péri, 2018).

4.5.4 Análisis de calidad del fruto

La cosecha se inicia entre 3 a 5 meses después del trasplante, dependiendo de la altitud donde se establezca el cultivo: a mayor altura sobre el nivel del mar, mayor será el periodo de tiempo entre la siembra y la cosecha, su pH es 3,4 y la acidez titulable es de 1,6 (Guerrero, 2019).

Otros investigadores reportan la caracterización fisicoquímica de la uvilla, las cuales coinciden en valores aproximados para parámetros como sólidos solubles expresados como °Brix con contenidos que van entre 12,50 y 14,30, el porcentaje de acidez expresado como % de ácido cítrico oscila entre 2,00 y 2,40. En los frutos maduros el pH y el °Brix decrecen lo que lleva a un aumento de la acidez de un 2,0 a 2,1 % y un promedio de 12,27 °Brix (Guerrero, 2019).

4.6 Antecedentes

Según lo reportado por Martínez et al. (2008) el N, al igual que B y K, son los elementos que más inciden en el desarrollo y producción de este cultivo, así lo demuestra el peso del fruto con/sin cáliz en este experimento presentando 4,80 g/fruto teniendo así un mayor peso. Un estudio similar realizado por Gastelum et al. (2013) indicaron que debido a la solución nutritiva, se presentó un incremento en el peso acumulado del fruto con cáliz con un peso de 3,4 g/fruto presentando el mayor peso del fruto durante el primer mes de producción.

El incremento de la producción por efecto de la fertilización química puede ser igual o mayor al 60 %. En este estudio, los rendimientos son mayores al 69 % al aplicar fertilización, por lo tanto, la fertilización es una de las herramientas principales para lograr un nivel de productividad y rentabilidad deseado (Palacios, 2013).

Se cree ampliamente que la fermentación del café mediante la inoculación de diferentes microorganismos, procesados por diferentes métodos, mejora el sabor y el aroma de la bebida final,

también se demostró que los cultivos iniciadores tienen un gran impacto en la fermentación del café y afectan directamente la calidad de la bebida final, debido a que existe una relación causal relación entre cultivos de levadura, ácidos orgánicos y perfiles volátiles. Además, la investigación indicó que los inóculos iniciadores pueden mejorar la calidad del café, al mismo tiempo que brindan la posibilidad de controlar y estandarizar el proceso de fermentación hacia productos finales con perfiles de sabor novedosos y deseables (Ruta & Farcasanu, 2021).

El análisis sensorial de granos de café proveniente de tratamientos con y sin uso de levaduras en la etapa de fermentación, presentó diferentes punteos en los diferentes atributos, los resultados indicaron que cada tratamiento presentó características sensoriales distintas, en el cual es notorio en la mayoría de los casos que el tratamiento CLO presenta diferencia en atributos comparado con el sistema tradicional abierto sin levadura (ASL). Los puntajes dados a dicho tratamiento son positivos resaltando entre ellos el cuerpo, balance y apreciación por los catadores (Pivaral & Cruz, 2018).

5. Metodología

5.1 Localización de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en la provincia Loja. La figura 2 muestra donde se instaló el cultivo de la uvilla, el lote está ubicado en el barrio Colinas lojanas a $04^{\circ} 10' 12''$ de latitud Sur y, $79^{\circ} 13' 02''$ de longitud Oeste. Este sector posee una temperatura media anual de 15°C y precipitaciones de $1\,453\text{ mm/año}$ (Climate, s. f.)

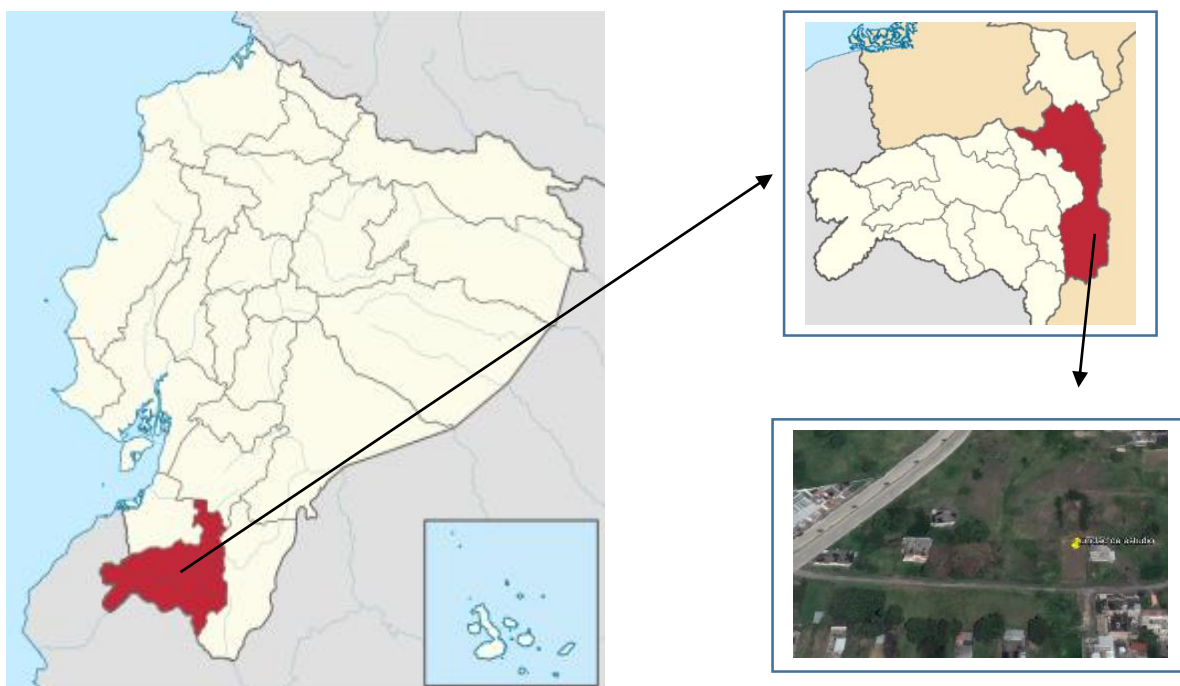


Figura 2. Mapa de ubicación perteneciente a la provincia de Loja, sector Colinas Lojanas, donde se desarrolló el proyecto.

5.2 Metodología general

El presente proyecto de investigación es de tipo experimental ya que se desarrolló con la aplicación de un diseño experimental con distintos tratamientos y variables a evaluar, a su vez es de carácter cuantitativo ya que sus variables se pueden medir numéricamente, su alcance es descriptivo ya que especifica las características y propiedades de los fenómenos, es decir describe los resultados de las variables por el efecto de los tratamientos. Además, en este proyecto se evaluó el efecto que causa la aplicación de los distintos tratamientos en la calidad de una bebida fermentada, por lo tanto, también tiene alcance explicativo causal ya que se evalúa el efecto de una

variable independiente en este caso la fertilización cómo influye la fertilización en la calidad, rendimiento de la uvilla y por ende en la cerveza artesanal.

El ensayo se realizó en dos fases una de campo (figura 3) y otra en transformación a bebida (figura 4). Para la primera fase, se aplicó un diseño en bloques completamente al azar (DBCA) en el cual se probaron tres tipos de nutrición (testigo sin nutrición, orgánica e inorgánica) obteniendo en total 3 tratamientos con 8 repeticiones, con 24 UE (tomando en cuenta 2 plantas por UE). En cuanto al cultivo este se encontró ya establecido el cual contaba con plantas de dos meses de edad, de ecotipo Quiteño, con una altura promedio de 20 cm, a una distancia de 2 m entre hileras y 1 m entre plantas, con una densidad de siembra de 5 000 plantas por ha. Estas plantas no recibieron ningún tipo de soporte o tutoreo, sin embargo, se ajustó el número de guías evitando el exceso de brotes basales, además las mismas presentan condiciones normales de manejo (es decir sin aplicación de plaguicidas), control de malezas manual.

La primera etapa establecida en campo cuenta con una estructura unifactorial, con el siguiente modelo matemático:

$$Y = \mu + T + \beta + \varepsilon$$

Donde:

Y = variable de respuesta

μ = media general

T = tratamiento

β = bloque

ε = error

Factores de estudio

Tipos de nutrición

- ✓ Sin nutrición
- ✓ Nutrición orgánica
- ✓ Nutrición completa en base del análisis del suelo y producción del cultivo

Para la segunda fase una vez cosechados los frutos de cada tratamiento en campo se pasó a la etapa de fermentación de la bebida en la cual se utilizaron dos cepas de levaduras (S-04, K-97), con 2 repeticiones para cada tipo de nutrición aplicando una levadura diferente a cada repetición (tomando en cuenta un barril de fermentación por tratamiento de la fruta proveniente de campo por

UE) con un total de 6 UE para la etapa industrial. Además del Anova realizado sobre el efecto de la cepa en la calidad de la cerveza, para este proceso se realizaron evaluaciones de tipo descriptivo y cualitativo sobre características físico-químicas y organolépticas, con ayuda de personas especializadas en catación.

Factores de estudio

Tipos de nutrición y levaduras

- ✓ Sin nutrición con levadura S-04
- ✓ Nutrición orgánica con ácidos húmicos y fúlvicos con levadura S-04
- ✓ Nutrición completa en base del análisis del suelo y producción del cultivo con levadura S-04
- ✓ Sin nutrición con levadura K-97
- ✓ Nutrición orgánica con ácidos húmicos y fúlvicos con levadura K-97
- ✓ Nutrición completa en base del análisis del suelo y producción del cultivo con levadura K-97

A continuación, se detalla el esquema de campo que se aplicó en la fase 1:

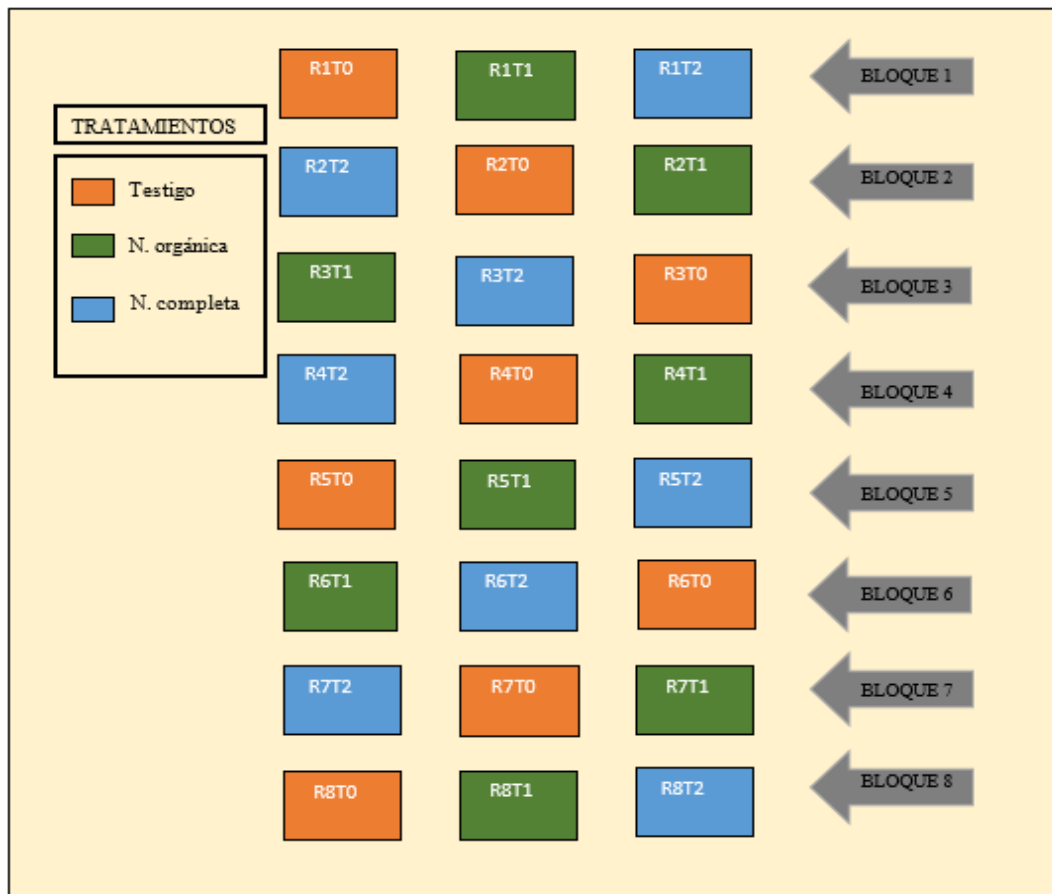


Figura 3. Esquema en campo del cultivo de uvilla con tres tratamientos de nutrición (N.).

Así también, se detalla el esquema que se realizó en la etapa posterior al campo (figura 4), la misma que contiene la combinación de la fruta cosechada proveniente de los tratamientos de campo de todas las repeticiones, las cuales se dividieron en una muestra por tratamiento, de las cuales tres fueron destinadas para la elaboración de cerveza con la cepa K-97 y las otras tres con la cepa S-04, dando como resultado 6 tratamientos, en este caso se realizó la fermentación por fertilización con sus distintas levaduras.

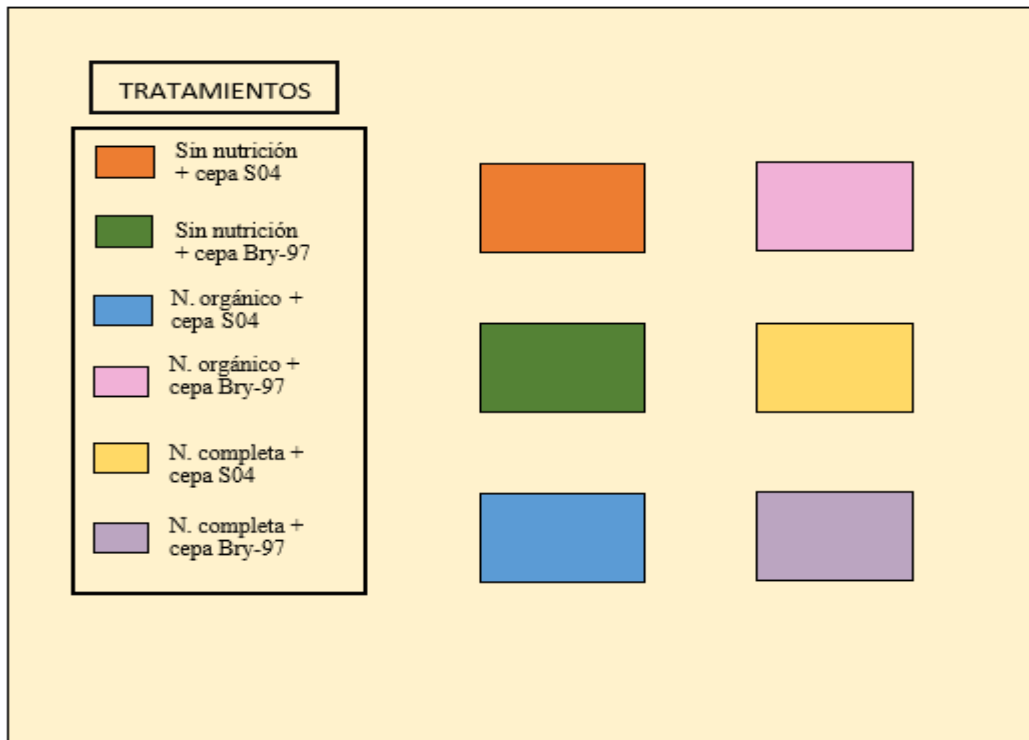


Figura 4. Esquema del proceso de industrialización para la elaboración de la cerveza con dos cepas de levadura a partir de uvillas tratadas con tres niveles de nutrición (N.).

5.3 Metodología para cada objetivo

5.3.1 Metodología para el primer objetivo

“Identificar la mejor estrategia de nutrición para el cultivo de uvilla que ayude a potenciar la calidad de una bebida fermentada”.

Para la fertilización completa se realizó un análisis de suelo y los requerimientos del cultivo, se realizó un análisis del suelo a través del Instituto Nacional de Investigaciones INIAP en el cual se pudo evidenciar que existían carencias de Fósforo, Boro, Zinc y Azufre como lo muestra el anexo 2, y en la figura 1, además según lo mencionado por Martínez et al. (2008) y Martínez et al. (2009) los requerimientos del cultivo y los elementos mejoradores de calidad de fruto son K, Ca, Mg, Zn, B, por ello se aplicaron los siguientes fertilizantes químicos: nitrato de potasio, sulfato de amonio, sulfato de magnesio teniendo en cuenta que su pH es de 8,08 (alcalino) ya que son elementos necesarios para un buen rendimiento del cultivo de uvilla. Para la fertilización se aplicaron 76,96 g de nitrato de potasio (8,02 kg/ha); 95,22 g de sulfato de amonio (9,92 kg/ha) y; 15,88 g de sulfato de magnesio (1,65 kg/ha), todos estos fertilizantes diluidos en un recipiente de

10 litros aplicando una cantidad de 200 ml para cada planta, cabe destacar que no se aplicó ningún fertilizante con calcio ya que necesitábamos equilibrar las bases y el calcio se encontró alto. Además, se realizó la aplicación de los ácidos húmicos y fúlvicos denominado Cripthum de marca comercial, el cual contiene el 38,4 % de ácidos húmicos y el 12,8 % de ácidos fúlvicos, para lo cual se preparó una solución de 8ml/L de agua como lo indicaba la etiqueta, siendo así 80 ml en 10 litros de agua se colocaron 210 ml de la solución en la base de cada planta. Los dos tratamientos tanto el químico como el orgánico se aplicaron cada 7 días, en cuanto al riego este se efectuó normalmente como el cultivo lo requirió, para todos los tratamientos.

Las tablas 3 y 4 nos muestran los análisis realizados en los suelos del sector Colinas Lojanas pertenecientes de la provincia de Loja.

Tabla 3. Análisis químico del suelo realizado en el sector Colinas Lojanas de la provincia de Loja.

pH	N	P	S	B	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Σ Bases	MO
	ppm				meq/100g			ppm					meq/100g	%		
8,08	16	15,4	5,7	0,59	0,85	43,99	3,23	1,5	6,2	27	6,8	13,61	3,81	55,61	48,07	0,85

Tabla 4. Análisis de CIC en el suelo de Colinas lojanas de la provincia de Loja.

K	Ca	Mg	Na	Σ Bases	Saturación de bases	CIC
meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g	%	meq/100g
1,01	56,2	3,3	0,57	61,1	Saturado	19,4

A continuación, se detallan las variables de rendimiento las cuales se midieron cada 15 días por 3 meses tomando todos los frutos existentes de cada planta:

Número de frutos por planta

Las uvillas fueron contadas hasta que se obtuvo un total por tratamiento.

Rendimiento estimado por planta

Para obtener su rendimiento, las uvillas cosechadas anteriormente se pesaron con ayuda de una balanza, dando así una respuesta total por tratamiento.

Peso promedio de fruto

La producción pesada anteriormente se dividió para el número total de frutos obtenidos por tratamiento.

Las siguientes variables se evaluaron en 15 frutos al azar de cada tratamiento

Diámetro o calibre de futo

Se procedió a medir con un calibrador pie de rey el diámetro.

Firmeza del fruto o presión de la pulpa

Se realizaron las mediciones con el penetrómetro, de las uvillas que se utilizaron anteriormente, efectuando la lectura a los lados del fruto.

Grados Brix o ácidos solubles

De los 15 frutos seleccionados anteriormente se dividió la muestra en 3 partes iguales, dando así 5 frutos por cada repetición, de los cuales se determinaron los °Brix utilizando el refractómetro de mano, donde se realizó la lectura de los sólidos solubles.

Determinación del pH

Mediante la utilización de un potenciómetro, se registró el pH de la fruta, tomando lecturas directamente una vez que el resultado se estabilizó, el cual fue tomado de las muestras anteriores establecidas dando así 3 repeticiones por tratamiento.

Determinación de Acidez titulable

Los 5 mostos anteriores se llevaron a un matraz y se diluyeron con agua destilada previamente hervida y enfriada, la cual se introdujo en el potenciómetro y se esperó a que se estabilizara el resultado, luego se añadió la solución de NaOH 0,1N hasta alcanzar un pH de 6,0. Se continuó añadiendo el NaOH hasta alcanzar un pH de 7,0 y 8,3 aproximadamente anotando los volúmenes. Luego se realizó la interpolación para establecer el volumen exacto de solución de NaOH que se añadió correspondiente al pH de 8,1. Finalmente se realizaron los cálculos respectivos para obtener el valor de la acidez (Morejón, 2018).

La acidez se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$A = (V1 N M)10 V2$$

Donde:

A= g de ácido en 1000 mL de producto

V1= ml de NaOH usados para la titulación de la alícuota

N= Normalidad de la solución de NaOH

M= peso molecular del ácido considerado como referencia

5.3.2 Metodología para el segundo objetivo

“Evaluar el efecto de aplicar diferentes levaduras en la calidad de una bebida fermentada”

Para evaluar la calidad de la cerveza artesanal de uvilla se llevaron a cabo distintos procesos para así obtener un producto final en el cual se siguieron los siguientes pasos:

5.3.2.1 Selección de insumos

Por medio de asesoría se designaron los insumos necesarios para la elaboración de la cerveza teniendo como base el estilo una cerveza blonde ale, como son las maltas, lúpulos y el tipo de levadura.

- Malta Pale Ale (19 kg)
- Malta Carapils (3 kg)
- Trigo (5 kg)
- Lúpulo cascade (200 g)
- Lúpulo citra (200 g)
- Levadura S-04 (10,8 g)
- Levadura K-97 (10,8 g)

5.3.2.2 Molienda de la malta

Se pesaron las cantidades de maltas y trigo mencionadas anteriormente, luego se procedió a moler con un molino de rodillos, para lograr un tamaño de partícula adecuada sin llegar a convertirla en harina, se rompió el grano (entre 3 y 5 trozos) con un tamaño de partícula adecuada, con el objetivo de formar una cama de grano que constituyó un lecho filtrante del mosto.

5.3.2.3 Maceración

En 80 litros de agua se colocaron las maltas y el trigo sometándose así a maceración simple, durante 90 min a una temperatura de 66 °C con el fin de obtener el mosto con los °Brix o la densidad SG. En la maceración se mezcló agua con la malta molida en relación 3:1 para el empaste, teniendo en cuenta agua precalentada a 72 °C y corregido el pH hasta los 5,6, está por la agregación de la malta molturada desciende la temperatura y se realiza una maceración simple a 66 °C por 90

minutos con el objeto de obtener un mosto por medio de la sacarificación con base a que la malta dispone de diferentes enzimas como las proteasas, las alpha amilasas y las betas amilasas.

5.3.2.4 Lavado del grano

Para lograr una buena extracción y con mosto claro, se realizó un recirculado de 40 minutos con una bomba magnética, transcurrido este tiempo se retiró el primer mosto por medio del efecto llamado “lauter” (Läutern) lecho filtrante del grano, se procedió a lavar con el agua de lavado a 75 °C previamente corregida con un pH de 5,8, de esta manera se obtuvo el mosto separado del bagazo, siendo transparente, dulce y con aromas a malta.

5.3.2.5 Hervido del mosto

El mosto proveniente de la maceración y lavado es sometido a ebullición con el fin de isomerizar los aceites del lúpulo, esterilizar y eliminar olores no deseados en el mosto a fermentar. Otra razón para hervir el mosto es el de coagular a las proteínas. Mientras hierve las proteínas se van coagulando, esto conlleva a que la parte de las proteínas que causan un mal sabor se disuelvan y se vaporicen.

El tiempo total de hervor fue 60 min; durante este proceso se adicionó lúpulo en el mosto al inicio 80 g de lúpulo cascade y después en el minuto 45 se adicionó los 120 g restantes y los 200 g de citra al final del hervor, aplicando una técnica llamada Whirlpool (Anónimo, 2021) por 15 minutos, con el fin de lograr que no exista sedimentación y coagulación de proteínas, para obtener un mosto claro.

5.3.2.6 Enfriamiento del mosto

Luego de concluir con el hervido del mosto se bajó la temperatura haciendo un choque térmico, para lo cual se empleó un intercambiador de calor de placas llegando el mosto a una temperatura de 20 °C, con un paso directo al fermentador.

5.3.2.7 Fermentación

Después de haber enfriado el mosto se pone en un tanque totalmente limpio donde la levadura podrá hacer su trabajo, para lo cual se colocó la cantidad de 3,6 g de levadura S-O4 y K-97 por tratamiento respectivamente. Una vez enfriado el mosto se realizó la inoculación con levadura, en la cual se utilizó una tasa de inoculación de 0,75 M cells/ml recomendada por el

fabricante, al ser una levadura ALE el tiempo establecido es de 7 días en el cual existe un proceso que es la eliminación de diacetilo.

5.3.2.8 Maduración y envasado

Una vez concluida la fermentación se retira la cerveza verde de los sedimentos y levadura, por acción de un sistema cerrado empleando CO₂ como gas de empuje y pasado a otro recipiente con el fin de clarificar usando frío en una cámara a un rango de 2 °C a 4 °C por 7 días y luego pasado con presión usando CO₂ a un barril y gasificado a un volumen de 2,2 de CO₂ y llevado a la cámara de frío por unos 5 días de maduración y acondicionamiento.

Al realizar el procedimiento anterior se evaluaron los siguientes parámetros: para cada réplica de cada tratamiento.

Análisis fisicoquímico

Los métodos de análisis que se describen a continuación fueron empleados para determinar algunas de las propiedades resaltantes de la cerveza.

Potencial de Hidrógeno (pH)

Se utilizó un potenciómetro con pH ajustado, tomando 50 ml de cerveza a 20 °C, obteniendo un promedio de lectura por cada tratamiento, la cerveza se encontró gasificada.

Grados de alcohol

Se determinó durante el proceso de la fermentación de la cerveza, ya que es la resta de la densidad inicial del mosto (antes de iniciar la fermentación) menos la densidad final (acabada la fermentación), por un factor de corrección de 0,133 para ello, se utilizó un refractómetro, tomando dos gotas de mosto, la misma que se encontró desgasificada a una temperatura de 20 °C.

$$ABV = \frac{d_i - d_f}{1.75} \quad \text{ó} \quad d_i - d_f \times 0,133$$

Color

Se midió la reflectancia a través del colorímetro, donde se calculó la luminosidad y tonalidades (L,a,b), de las cuales se realizó una repetición por tratamiento, para calcular se ingresaron los datos en la aplicación Color Grab.

Sólidos disueltos totales (STD)

Las muestras anteriores fueron medidas a través de un potenciómetro el cual mostró datos en ppm.

Acidez titulable

La acidez total representa la suma de las sustancias ácidas valorables por titulación en la cerveza desgasificada, tomando un volumen de 50 ml y aforamos a 100 luego se procedió agregar la solución de hidróxido de sodio 0,1 N hasta llegar a un pH de 8,1, este parámetro se lo tomó una vez obtenida la cerveza artesanal.

Pruebas organolépticas

Todos los tratamientos de cerveza de uvilla fueron evaluados de manera visual, olfativa y gustativa por tres catadores, los resultados se presentaron en una escala de 1 a 10, siendo generalmente valores intermedios en torno a 5 equilibrados, cada parámetro tiene distintas partes que fueron evaluadas por los degustadores, de las cuales se evaluaron:

- ✓ **Apariencia:** Dentro de este apartado incluye la claridad (la cual tiene tres niveles, transparente, turbio y opaco), espuma (pobre, correcta y persistente) y el color.
- ✓ **Aroma:** Malta, Lúpulo, Levadura
- ✓ **Sabor:** Básicos, intensidad, retrogusto (es el dulzor, acidez, amargor o calidez del alcohol que deja después de catar la cerveza), balance (es la compensación entre el sabor amargo dado por el lúpulo y el sabor dulce dado por los azúcares de las maltas) y paladar.
- ✓ **Puntaje final:** La calificación fue sobre 10 cada uno, dando una nota final sobre 30 puntos, una nota más alta pertenece a una cerveza de mejores características organolépticas en base al gusto de los expertos.
- ✓ Todos los parámetros mencionados anteriormente fueron evaluados por tres degustadores expertos en cata.

Análisis de datos

Se realizó un análisis estadístico, se llevó a cabo mediante el programa estadístico InfoStat; se realizó análisis ANOVA y se verificaron supuestos de normalidad aplicando la prueba Shapiro Wilks y homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene con porcentaje al 95 %.

Adicionalmente se realizó un análisis de correspondencia sobre las variables cualitativas en la calidad de cerveza en relación a la nutrición en campo y las cepas de levaduras utilizadas.

6. Resultados

6.1 Resultados para el primer objetivo

Identificar la mejor estrategia de nutrición para el cultivo de uvilla que ayude a potenciar la calidad de una bebida fermentada.

6.1.1 Rendimiento

En la tabla 5 se presentan los promedios por planta con relación al rendimiento, la cual nos muestra que hay diferencias significativas, obteniendo así valores mayores al aplicar una fertilización química completa con 746,21 g de rendimiento por planta, que al aplicar ácidos húmicos y fúlvicos.

Tabla 5. Rendimiento de uvilla expresado en gramos (g) por planta al aplicar distintos tratamientos. promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) según la prueba de tukey.

Tratamiento	Rendimiento (g)	
Fertilización química completa	746,21	a
Testigo	237,21	b
Ácidos húmicos y fúlvicos	169,51	b

6.1.2 Diámetro o calibre de futo

Se encontraron diferencias estadísticas significativas para el diámetro del fruto, evidenciado un mayor valor en el tratamiento con fertilización química el cual fue de 20,93 mm, como lo indica la tabla 6.

Tabla 6. Diámetro de fruto en mm en cultivo de uvilla en relación con la fertilización. Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) según la prueba de Tukey.

Tratamiento	Diámetro (mm)	
Fertilización química completa	20,93	a
Ácidos húmicos y fúlvicos	17,02	b
Testigo	15,63	c

6.1.3 Firmeza del fruto o presión de la pulpa

La tabla 7 muestra la firmeza en el fruto, lo cual nos dice que la aplicación de fertilizantes químicos y ácidos húmicos y fúlvicos tienen el promedio más alto, siendo 12,34 y 11,53 respectivamente, aunque solamente la aplicación de fertilización química da una firmeza significativamente mayor al testigo.

Tabla 7. Firmeza del fruto de uvilla expresado en newton en relación con la fertilización. Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) según la prueba de Tukey.

Tratamiento	Firmeza
Fertilización química completa	12,34 a
Ácidos húmicos y fúlvicos	11,53 a b
Testigo	10,25 b

6.1.4 Grados Brix o ácidos solubles

El dulzor en la uvilla al aplicar distintos tratamientos de fertilización no presentó diferencias significativas, la tabla 8 muestra que los valores son similares para cada tratamiento.

Tabla 8. Grado de dulzor en el cultivo de uvilla, en relación con la aplicación de distintos tratamientos de fertilización.

Tratamiento	°Brix
Fertilización química completa	16,00
Ácidos húmicos y fúlvicos	15,50
Testigo	16,03

6.1.5 Determinación de Acidez titulable

En cuanto a la acidez titulable en la uvilla al aplicar distintos tratamientos de fertilización presentó diferencias significativas, la tabla 9 nos muestra que al no aplicar ninguna fertilización se obtiene un menor grado de acidez en la fruta que al aplicar fertilización química completa, siendo 0,77 y 0,68 % respectivamente.

Tabla 9. Acidez en relación con la fertilización en el cultivo de uvilla. Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) según la prueba de Tukey.

Tratamiento	Acidez titulable
Testigo	0,77 a
Ácidos húmicos y fúlvicos	0,69 b
Fertilización química completa	0,68 c

6.1.6 Determinación del pH

En la tabla 10, se presentan los promedios en relación al pH de la fruta, la cual nos muestra que al aplicar fertilizantes químicos se obtiene un pH de 3,77 que al no aplicar ningún tratamiento de fertilización se obtienen los promedios más bajos (más ácidos), indicando así que la aplicación de fertilización química completa da un pH significativamente mayor siendo menos ácido, en comparación a los ácidos húmicos y fúlvicos.

Tabla 10. pH en relación con la fertilización en el cultivo de uvilla. Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) según la prueba de Tukey

Tratamiento	pH
Fertilización química completa	3,77 a
Testigo	3,67 a b
Ácidos húmicos y fúlvicos	3,53 b

6.2 Resultados para el segundo objetivo

Evaluar el efecto de aplicar diferentes levaduras en la calidad de una bebida fermentada.

Acidez titulable

En cuanto a la acidez titulable en la cerveza al utilizar distintas cepas de levaduras se presentó diferencias significativas, la tabla 11 nos muestra que al utilizar la cepa K-97 existe un mayor grado de acidez siendo este de 0,16 % a diferencia de aplicar la cepa S-04.

Tabla 11. Acidez en relación con la aplicación de distintas cepas de levadura en la cerveza de uvilla. Promedios con letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) según la prueba de Tukey.

Cepa	Acidez titulable
K-97	0,16 a
S-04	0,14 b

Potencial de Hidrógeno (pH)

En la tabla 12, se presentan los promedios con relación al pH de la cerveza, la cual nos muestra que al utilizar la cepa S-04 y K-97 no existen diferencias significativas lo que nos indica que la aplicación de cepas no influye en su pH.

Tabla 12. Promedios de pH en la cerveza de uvilla en relación con la aplicación de distintas cepas de levaduras.

Cepa	pH
K-97	4,19
S-04	4,16

Sólidos disueltos totales (STD)

Los sólidos disueltos en la cerveza al aplicar distintas cepas de levaduras no presentaron diferencias significativas, sin embargo, la tabla 13 nos muestra que tanto al utilizar la cepa K-97 como la S-04 se obtienen concentraciones de STD similares, lo que nos indica que la aplicación de las distintas cepas no influye en los STD.

Tabla 13. Promedios de sólidos disueltos en la cerveza de uvilla en relación con la aplicación de distintas cepas de levaduras.

Cepa	STD
K-97	1011 00
S-04	1006 66

Grados de alcohol

En cuanto a los grados de alcohol que se obtuvieron en la cerveza, se pudo evidenciar que no existieron diferencias significativas al utilizar distintas cepas de levaduras tal como lo muestra la tabla 14.

Tabla 14. Promedios de grados de alcohol en la cerveza de uvilla en relación con la aplicación de distintas cepas de levaduras.

Cepa	Grados alcohol (%)
K-97	5,7
S-04	5,7

6.2.1 Características fisicoquímicas

Para las características físico-químicas y atributos de catación debido a que el producto final atravesó por un proceso de fermentación a partir de una malta base con distintas cepas se presentan resultados descriptivos en los cuales se muestran promedios sin ANOVA ya que las repeticiones no fueron mayores a tres.

En la tabla 15, se observa que para el pH se encontraron valores que muestran una posible variación en cuanto al tipo de cepa utilizada que recibió la materia prima para la elaboración de la cerveza, obteniendo valores de pH superiores al aplicar la levadura S-04. En cuanto a los sólidos totales disueltos, los grados de alcohol y la acidez titulable en la cerveza artesanal de uvilla, los valores encontrados no muestran una tendencia o no se ven influenciados en gran medida por el tipo de cepa de levadura o la nutrición que recibió la materia prima.

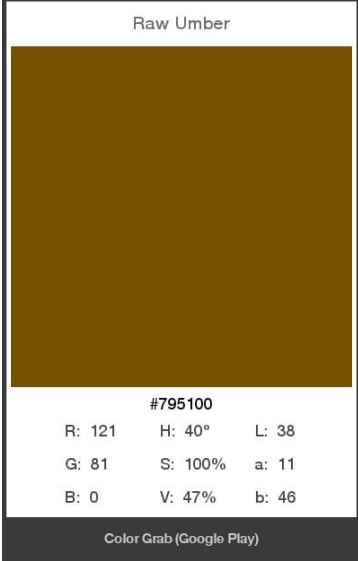


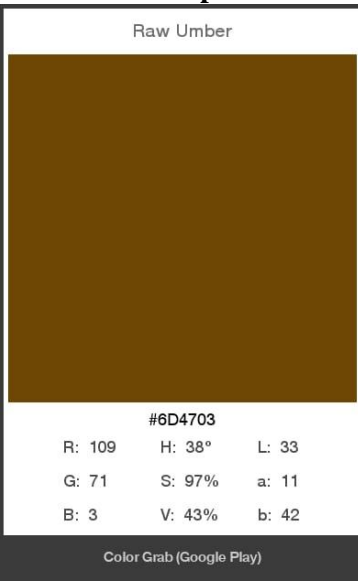
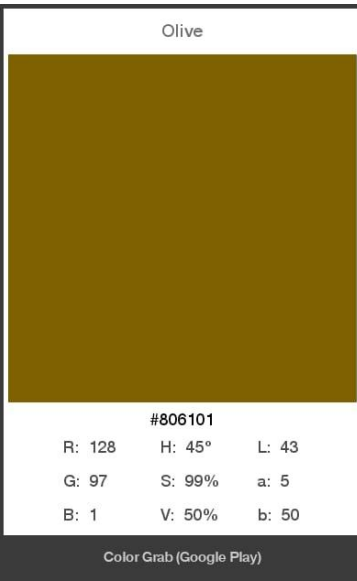
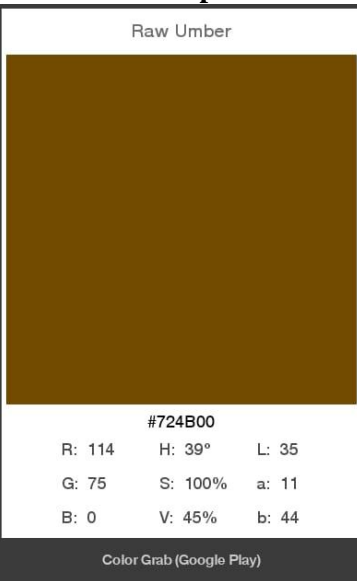
Tabla 15. Características descriptivas físico-químicas de pH, sólidos disueltos totales (STD), grados de alcohol y acidez titulable de la cerveza artesanal de uvilla con relación a los tratamientos de levaduras y nutrición utilizadas.

Tratamiento	pH	STD (ppm)	Grados alcohol (%)	Acidez titulable (%)
Testigo S-04	4,19	1 003	5,7	0,141
Testigo K-97	4,16	990	5,7	0,161
Ácidos húmicos y fúlvicos (S-04)	4,16	1 020	5,7	0,146
Ac. H y F (K-97)	4,13	1 010	5,7	0,163
F. química (S-04)	4,22	1 010	5,7	0,154
F. química (K-97)	4,19	1 020	5,7	0,156

6.2.2 Color

En cuanto al color en la cerveza de uvilla, en relación con las cepas utilizadas en los distintos tratamientos aplicados en campo, se pudo observar a nivel visual que al aplicar tanto la cepa S-04 y la K-97 su color es similar y se ve relacionado con el color ámbar puro, tal como lo muestra la tabla 16.

Tabla 16. Color de la cerveza artesanal de uvilla con relación a las cepas utilizadas en los distintos tratamientos aplicados en campo.

<p>T0 (S04) Sin fertilización con cepa S04 Ámbar puro</p>  <p>Raw Umber</p> <p>#795100</p> <p>R: 121 H: 40° L: 38 G: 81 S: 100% a: 11 B: 0 V: 47% b: 46</p> <p>Color Grab (Google Play)</p>	<p>T0 (K97) Sin fertilización con cepa K97 Marrón dorado</p>  <p>Golden Brown</p> <p>#945F00</p> <p>R: 148 H: 39° L: 45 G: 95 S: 100% a: 15 B: 0 V: 58% b: 53</p> <p>Color Grab (Google Play)</p>	<p>T1 (S04) Fertilización con ácidos húmicos y fúlvicos con cepa S04 Ámbar puro</p>  <p>Raw Umber</p> <p>#7B5300</p> <p>R: 123 H: 40° L: 39 G: 83 S: 100% a: 10 B: 0 V: 48% b: 47</p> <p>Color Grab (Google Play)</p>
<p>T1 (K97) Fertilización con ácidos húmicos y fúlvicos con cepa K97 Ámbar puro</p>  <p>Raw Umber</p> <p>#6D4703</p> <p>R: 109 H: 38° L: 33 G: 71 S: 97% a: 11 B: 3 V: 43% b: 42</p> <p>Color Grab (Google Play)</p>	<p>T2 (S04) Fertilización química con cepa S04 Aceituna</p>  <p>Olive</p> <p>#806101</p> <p>R: 128 H: 45° L: 43 G: 97 S: 99% a: 5 B: 1 V: 50% b: 50</p> <p>Color Grab (Google Play)</p>	<p>T2 (K97) Fertilización química con cepa K97 Ámbar puro</p>  <p>Raw Umber</p> <p>#724B00</p> <p>R: 114 H: 39° L: 35 G: 75 S: 100% a: 11 B: 0 V: 45% b: 44</p> <p>Color Grab (Google Play)</p>

6.2.3 Pruebas organolépticas

Por el contrario, los resultados de la cata en relación con la apariencia cualitativa de cerveza respecto a su claridad se indican en la figura 5, la cual los catadores indicaron que visualizaron una cerveza más clara utilizando la cepa de levadura S-04 en los distintos tratamientos que fueron aplicados.

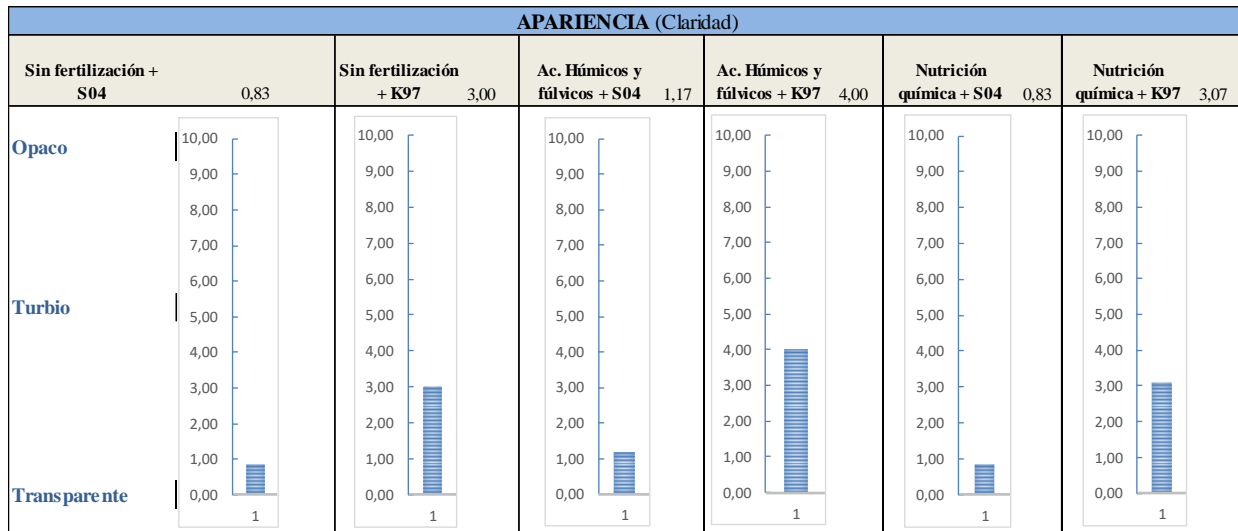


Figura 5. Claridad dentro del parámetro de apariencia de la cerveza de uvilla con relación a las cepas de levaduras utilizadas.

En la figura 6, se presenta la apariencia de la cerveza con relación a la espuma, mostrándonos visualmente que al utilizar la levadura K-97 se encuentra dentro del rango correcto de espuma a comparación de aplicar la cepa S-04.

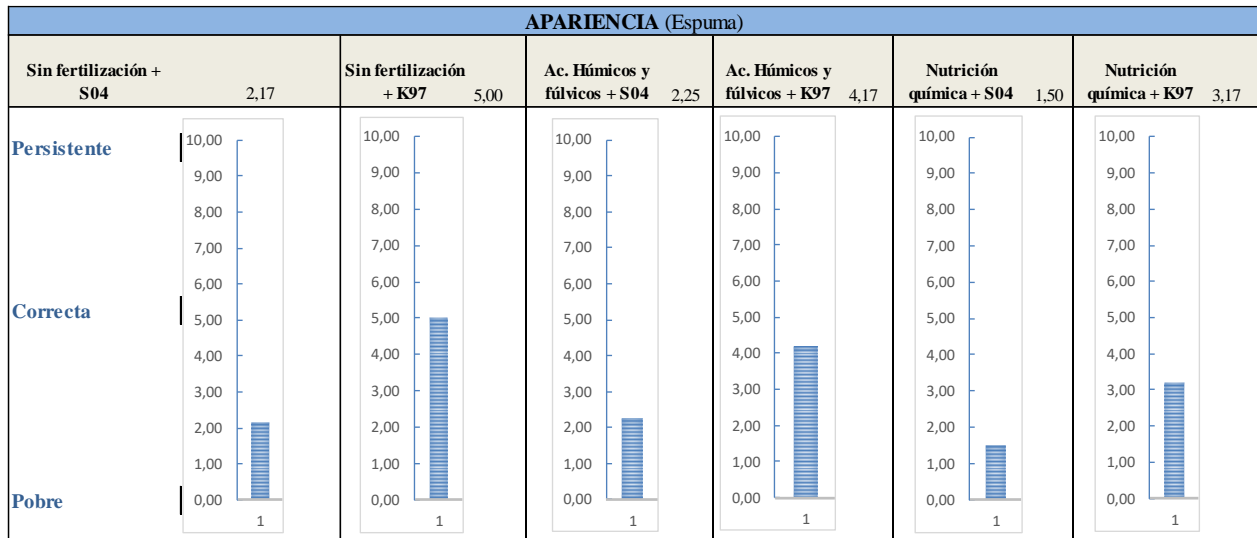


Figura 6. Espuma dentro del parámetro de apariencia de la cerveza de uvilla en relación con las cepas de levaduras utilizadas y al tratamiento de nutrición en campo.

En cuanto al sabor de la cerveza en relación con intensidad, en la figura 7 se puede observar que al aplicar tanto la cepa S-04 y la K-97 su intensidad se encuentra dentro del rango medio.

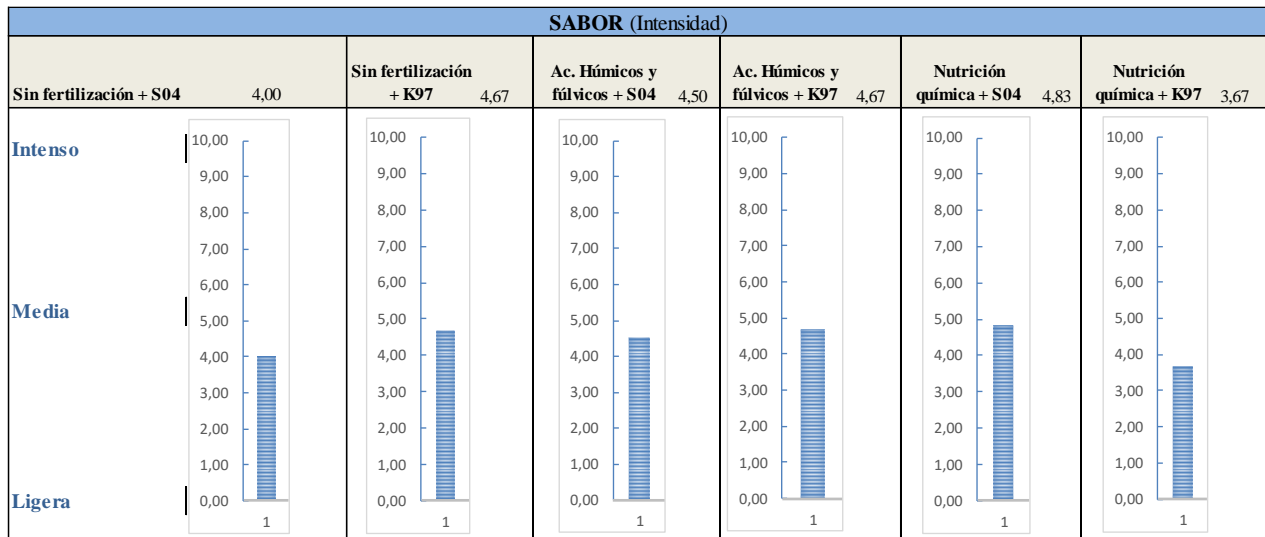


Figura 7. Intensidad dentro del parámetro de sabor de la cerveza de uvilla con relación a las cepas de levaduras utilizadas y al tratamiento de nutrición en campo.

En la figura 8, se presenta el retrogusto de la cerveza, la cual nos muestra que al aplicar la cepa K-97 se obtiene un retrogusto medio, en comparación a utilizar la cepa S-04 la cual tiene retrogusto corto.

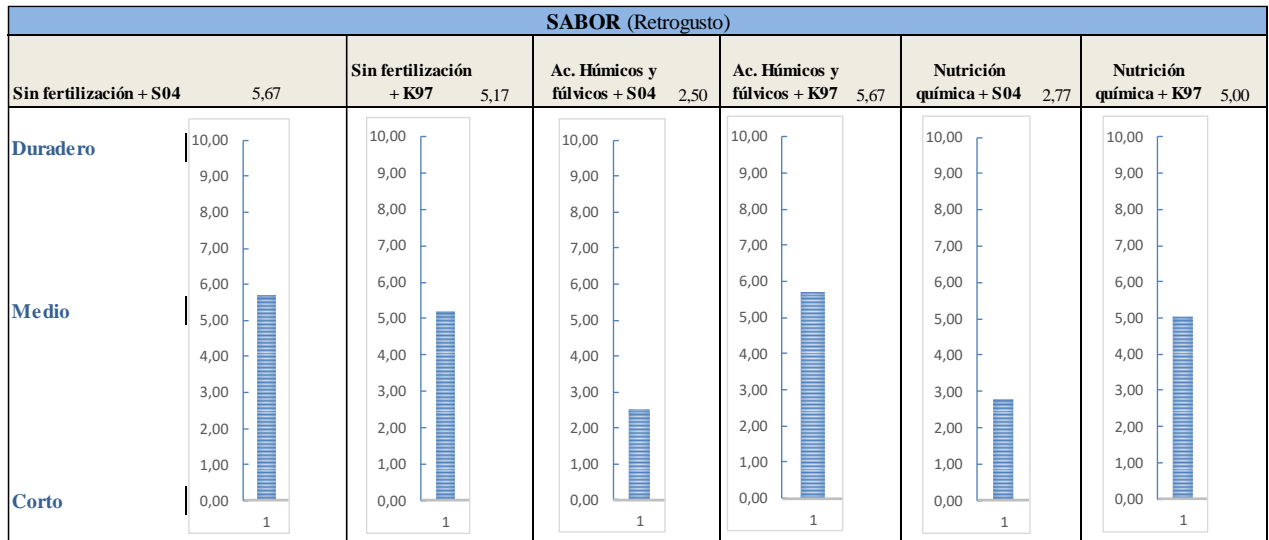


Figura 8. Retrogusto dentro del parámetro de sabor de la cerveza de uvilla en relación con cepas de levaduras utilizadas y al tratamiento de nutrición en campo.

En cuanto al balance en la cerveza de uvilla, en relación con las cepas utilizadas en los distintos tratamientos aplicados en campo, se puede visualizar que al aplicar tanto la cepa S-04 y la K-97 su balance se encuentra dentro del rango medio siendo este equilibrado, tal como lo muestra la figura 9.

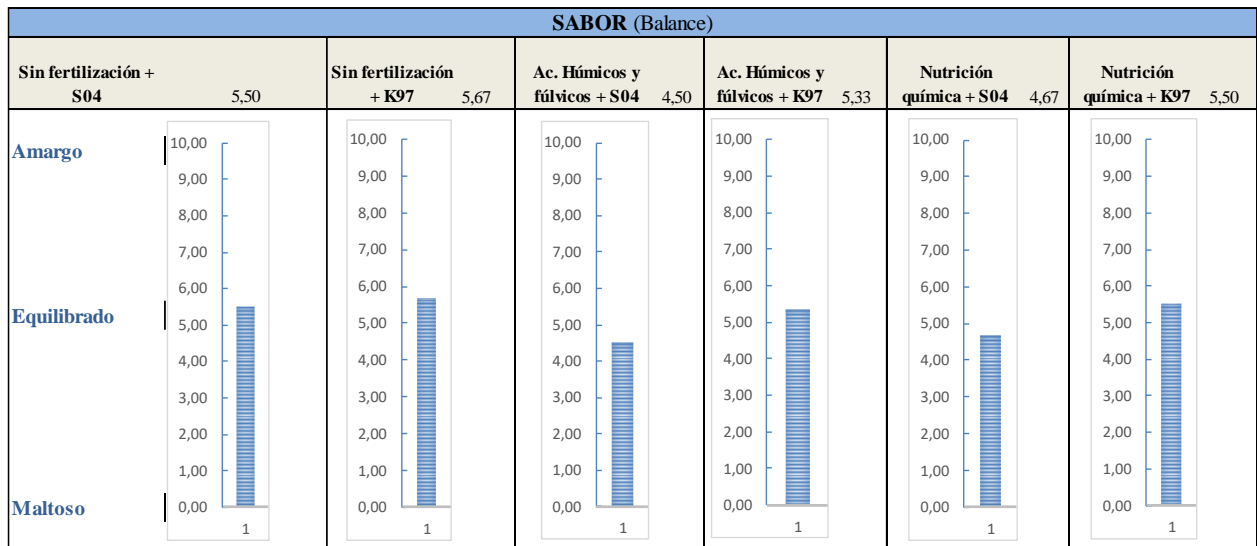


Figura 9. Balance dentro del parámetro de sabor de la cerveza de uvilla con relación a las cepas de levaduras utilizadas y al tratamiento de nutrición en campo.

La figura 10 nos muestra el puntaje final que se obtuvo en la catación, en la cual el mayor puntaje se obtuvo al utilizar la cepa de levadura S-04, independientemente de la nutrición aplicada.

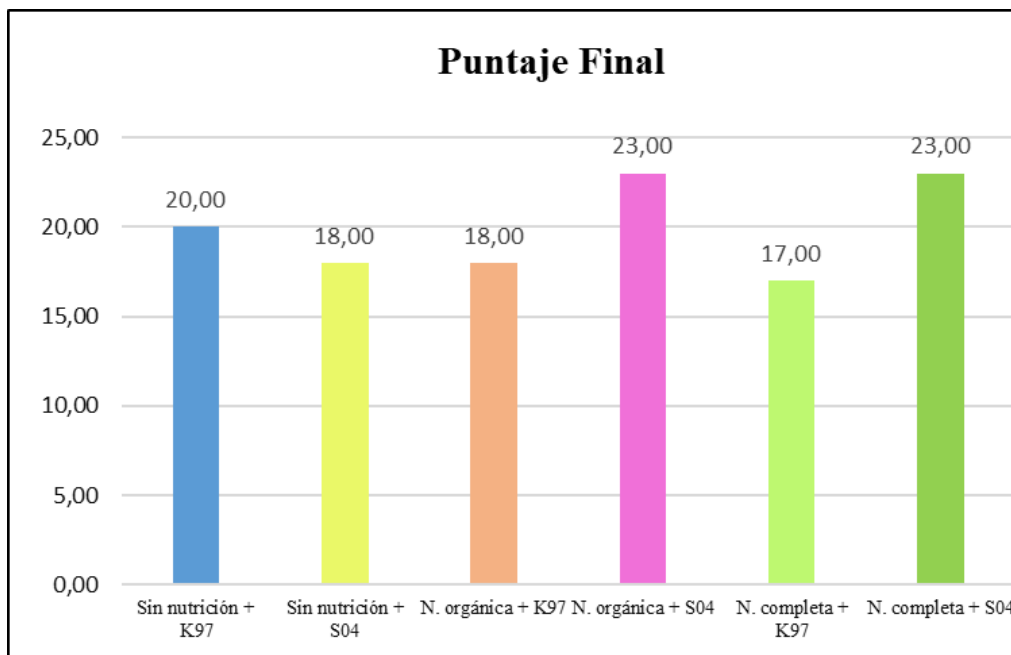


Figura 10. Puntaje final de la catación de la cerveza artesanal de uvilla aplicando distintas cepas de levaduras y en relación con la nutrición en campo.

Análisis multivariado de correspondencias

La figura 11 nos muestra la combinación de la nutrición en campo y la aplicación de distintas levaduras para la creación de la cerveza artesanal, la cual nos muestra que, al no aplicar ningún tratamiento en campo, pero utilizando la cepa de levadura K-97 (T0 K97) nos da como resultado final una cerveza con características con aroma a un lúpulo especiado, con una espuma persistente, una apariencia turbia, con aroma a levadura cítrica, mientras que al aplicar ácidos húmicos y fúlvicos se obtuvo una cerveza con retrogusto duradero con un sabor a cereal. A comparación de utilizar la levadura S-04 ya que nos muestra que sin la aplicación de ningún tratamiento y con la aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos se obtiene una cerveza con un retrogusto medio, un sabor poco ácido a ácido y con aroma a lúpulo afrutado y a malta regaliz, mientras que al aplicar nutrición química el tipo de levadura no influye obteniendo una cerveza con aroma a lúpulo cítrico, malta a frutos secos y una apariencia transparente.

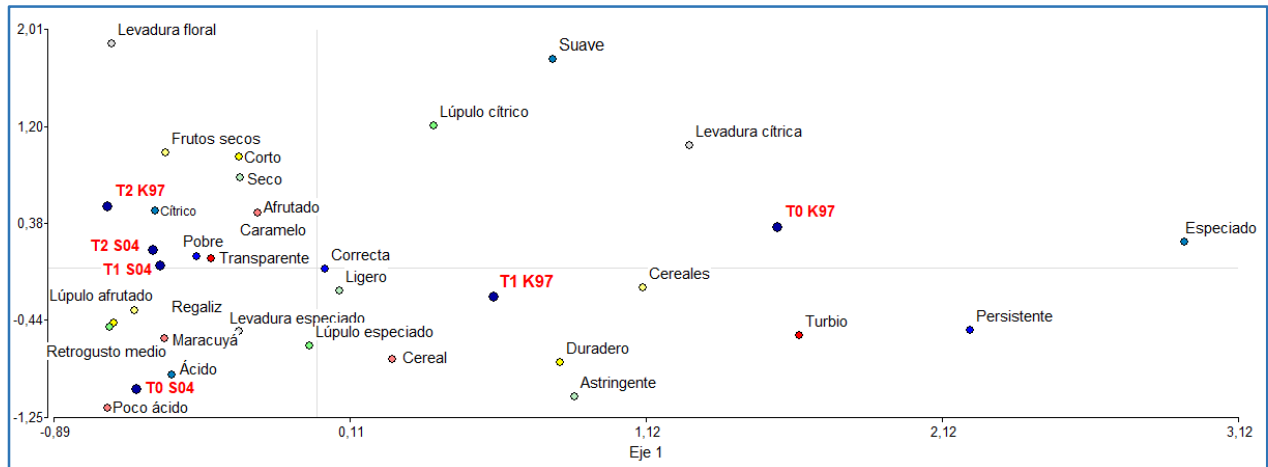


Figura 11. Análisis multivariado combinado de correspondencias sobre variables cualitativas en la calidad de cerveza en relación a la nutrición en campo y las cepas de levaduras utilizadas.

Al aplicar el análisis sobre la cepa sin considerar nutrición, con la levadura K-97 se observan características como una cerveza con retrogusto duradero, con aroma a malta de cereales y a lúpulo cítrico, mientras que al utilizar la cepa S-04 se obtuvo una cerveza con sabor a maracuyá poco ácido a ácido, con un aroma a lúpulo afrutado, con un retrogusto medio, con un aroma a malta regaliz, y una apariencia transparente (figura 12).

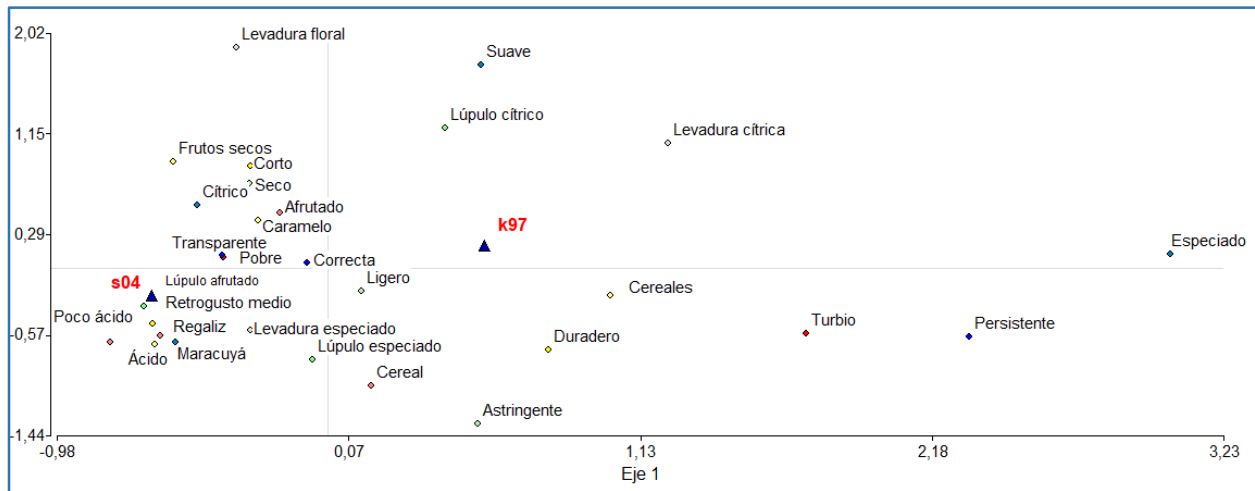


Figura 12. Análisis multivariado combinado de correspondencias sobre variables cualitativas en la calidad de cerveza en relación a las cepas de levaduras utilizadas.

Por último, la figura 13 nos muestra un análisis por nutrición sin considerar la cepa, en la cual la aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos no muestra una tendencia definida sobre alguna característica en la cerveza, mientras que al aplicar fertilización química obtenemos una cerveza con aroma a lúpulo afrutado y a levadura cítrica, también a malta regaliz. Al no aplicar ningún tipo de nutrición se observa una cerveza con un retrogusto duradero, y un sabor a cereales.

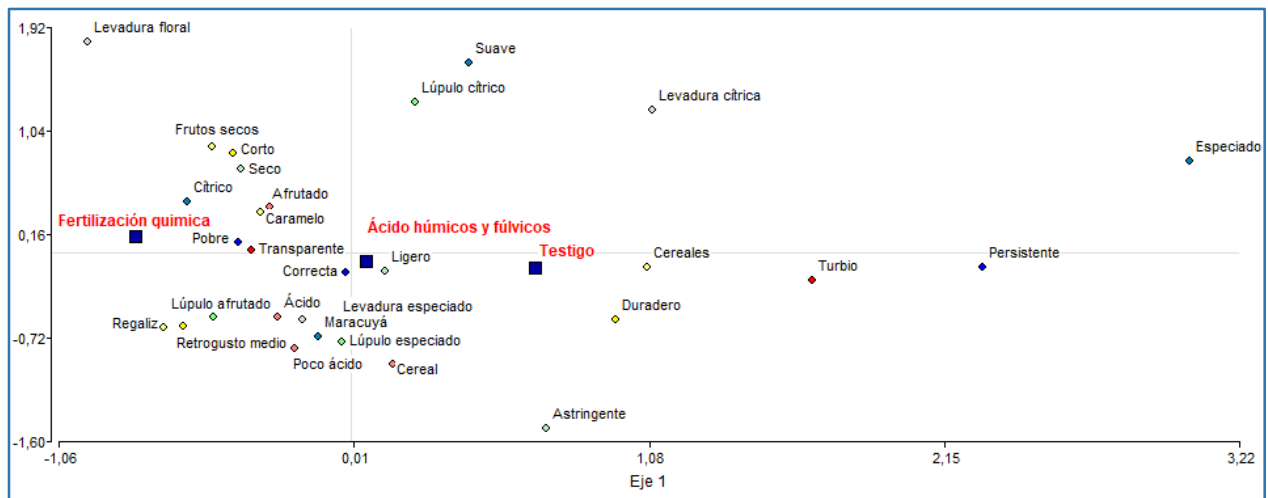


Figura 13. Análisis multivariado combinado de correspondencias sobre variables cualitativas en la calidad de cerveza en relación a la nutrición aplicada en campo.

7. Discusión

Los resultados indicaron que se obtuvo un mayor rendimiento alcanzando un promedio de 746,21 g/planta en este ensayo al aplicar nitrato de potasio, sulfato de amonio y sulfato de magnesio (Fertilización completa), mientras que Martínez et al. (2008) al aplicar fertilización completa con los elementos: N, P, K, Ca, Mg y B obtuvo un rendimiento final de 2.649,49 g/planta resultados mayores a este ensayo debido a que por los objetivos planteados solo se pudo evaluar la etapa inicial de producción. Cabe destacar que el ciclo de producción de uvilla es de aproximadamente 2 años mientras que las evaluaciones realizadas se tomaron durante dos meses ya que el fin de este estudio fue la elaboración de cerveza.

El mayor diámetro de fruto se obtuvo al aplicar una fertilización química (20,93 mm), resultados similares fueron obtenidos por Palacios (2013) donde los frutos tuvieron valores promedio entre 22,16 y 22,12 mm, esto puede deberse a la aplicación de macro y microelementos ya que el potasio, magnesio y azufre ayudan a la turgencia celular, además intervienen en el tamaño de los frutos mostrando mayores niveles de rendimiento, así como mejoras en la calidad del fruto (Gordillo et al., 2004). Por el contrario, al utilizar una estrategia de nutrición orgánica obtuvimos un diámetro de 17,02 mm; claramente inferior a lo obtenido por Palacios (2013) que obtuvo un promedio de 21 mm. El menor diámetro de fruto encontrado puede deberse a que la estrategia de nutrición orgánica no aporta elementos esenciales directamente, sino que este actúa como un mejorador del suelo, ayudando al intercambio catiónico lo que permite aumentar la disponibilidad de nutrientes para que la planta pueda asimilarlos en cualquier rango de pH, en el cual de haber una mayor fertilidad posiblemente podría haber alcanzado diámetros mayores.

Los mayores valores de firmeza se encontraron al aplicar fertilización química (12,34), esto se debe a que el magnesio y potasio, presentes en la fertilización mejoran la estructura de la pared celular y transporte de asimilados al fruto, consiguiendo así mayor firmeza en los frutos respecto al testigo (Yfran et al., 2017). Vale mencionar que según Alarcón et al. (2017), la aplicación de ácidos húmicos superior o igual a 1 000 mg/L disminuyó la firmeza en bayas de tomate en sus resultados lo que puede dejar espacio para profundizar distintas dosis.

En cuanto a los grados brix este estudio evidenció que no se encontró diferencia significativa para los tratamientos lo que llama la atención es que los frutos fertilizados alcanzaron mayor diámetro, pero no perdieron dulzor. Esto corrobora la publicación realizada por Arrés (2020), quien menciona que las plantas acumulan mayor cantidad de azúcares en su fruto cuando

se encuentran expuestas a altos niveles de nutrientes en el suelo; así mismo, Mula (2015), indica que cuando los suelos son pobres en nutrientes, en donde tampoco aplican fertilización, los grados brix se encuentran en niveles bajos y los frutos tienden a ser menos dulces. Al no aplicar fertilización, se evidenció un mayor grado de acidez en la fruta, no obstante, Yara (2018) señala que la determinación de la acidez también puede ser influenciada por la madurez del fruto, en donde una acidez mayor a 4,0 g/l (0,4 %) comienza a percibirse como muy ácido en este estudio, al aplicar fertilización química el grado de acidez fue de 0,68 %, teniendo más acidez en comparación del testigo, en donde, al no aplicar fertilización se obtuvo el 0,77 % de grado de acidez, siendo menos ácido, esto puede deberse al ecotipo de uvilla empleado en esta investigación. Evaluar la acidez es muy conveniente debido a su influencia en el sabor, color, estabilidad y calidad de conservación, siendo estos buenos indicadores de la calidad organoléptica de la fruta (Cazar, 2016).

Con respecto a la determinación del pH en la fruta, Grigolo et al. (2020) mencionan que la variación del pH va a depender de la temperatura a la que está expuesta la fruta, y de acuerdo con lo que indica Casaubon-Garcín et al. (2018), el pH de la uvilla oscila entre 3,38 a 3,60 a 20 °C de manera general, presentando un potencial de hidrógeno ácido; en este estudio, al aplicar fertilización química frente a la aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos, se denota una diferencia significativa midiendo un pH de 3,77 y 3,53 en la fruta respectivamente, estando solo las segundas dentro del rango mencionado por los autores.

Acerca de la aplicación de diferentes levaduras en la calidad de cerveza, la norma técnica ecuatoriana INEN 2262 (INEN, 2013) establece que el valor de pH aceptado para cervezas va de 3,5 a 5,0, en esta investigación para las 6 muestras estudiadas el pH no varió significativamente para cada tratamiento estableciéndose dentro del rango 4,13 a 4,22 de pH. lo que se encuentra dentro de lo permitido por la legislación nacional. Acotando también la sugerencia de Kunze (2006), el cual menciona que valores de pH menores que 4,4 permiten un sabor más refinado de la cerveza y mejoran la estabilidad biológica de la flora intestinal

La acidez titulable para los diferentes tratamientos utilizados para la elaboración de la cerveza se mantuvo en porcentajes que oscilan entre 0,141 % y 0,163 %, frente a lo que establece la normativa nacional, en la cual, el porcentaje máximo es de 0,3 (m/m). Ahora bien, en un estudio realizado por Pérez-Sánchez et al. (2019), se demostró que al realizar la fermentación de la cerveza a partir del sorgo, se pudo registrar un valor de acidez promedio total de 4,26 % en la cerveza

Tínima; en donde, los autores mencionan que, se debe probablemente a la acción fermentativa predominante de bacterias de ácido láctico, fundamentalmente *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus buchneri* y/o *Lactobacillus divergens* como un suceso normal y típico durante la etapa de fermentación de cerveza a partir de este grano. Esto no se evidenció en nuestro estudio, puesto que las cepas S-04 y K-97 pertenecientes a la levadura *Saccharomyces cerevisiae* que se utilizaron presentaron características más específicas que se adaptaban más a los requerimientos para la elaboración de la cerveza a partir de la uvilla.

Castorena-García et al. (2020) mencionan que la adición de azúcar natural para la elaboración de la cerveza incrementa los sólidos solubles totales iniciales, lo que favorece al metabolismo anaerobio de las levaduras utilizadas, esto es comprobado en nuestro caso de estudio, puesto que los grados brix permitieron determinar que la uvilla utilizada presentó un sabor dulce, y al momento de comparar los tratamientos utilizados para cada cepa, no se encontraron diferencias significativas en cuanto a los STD. Así mismo, en lo que respecta a los grados de alcohol, las dos cepas registraron 5,7 grados, puesto que ambas estuvieron expuestas a condiciones ambientales iguales, fermentándose a una temperatura de 22 °C siendo una cerveza Ale, lo que concuerda con el estudio realizado por el autor anterior, el cual menciona que una fermentación expuesta de 7 a 13 °C da como resultado una cerveza tipo “Lager” y entre 16 a 23 °C será de tipo “Ale” lo que concuerda con el tipo de cerveza obtenido en esta investigación, así mismo Chaparro (2021) menciona que los grados de alcohol pueden variar también debido a una extracción incompleta de azúcares de la malta.

En cuanto al color de la cerveza, presentó un tono ámbar puro, similar para las dos cepas estudiadas S-04 y K-97. Así como lo menciona Salas (2015), el color de la cerveza depende de las maltas que se usen para su elaboración: por un lado, están las maltas base que aportan color amarillo claro y las maltas coloreadas que dependen de la temperatura de secado, a más calor, se obtienen colores más oscuros; en este caso de estudio, la malta base presentaba un color amarillo claro, lo que influyó también en el resultado del color final de la cerveza, el mismo que era esperado inicialmente. Ferreyra (2014) además menciona que la química del color de la cerveza se obtiene a partir de una reacción de Maillard o pardeamiento, así como de la caramelización y la formación de productos de oxidación.

En lo que respecta a las pruebas organolépticas, los catadores de cerveza determinaron que la cepa S-04 tiene mejores características cualitativas en cuanto a su apariencia transparente, sabor

frutal, con un aroma a malta regaliz, con retrogusto medio, frente a la levadura de cepa K-97, la cual presenta un retrogusto duradero, con aroma a cereal y lúpulo cítrico. En cuanto a la puntuación final Amaya & Díaz (2019) recalcan que al utilizar la levadura *Candida tropicalis*, la cerveza presentó un olor y sabor similar a la manzana verde, y que mostró una sensación de sequedad en la boca, también percibieron un olor o sabor frutal, calificándola con una impresión general de 50 puntos siendo sobresaliente (45 a 50 p), mientras que al utilizar en este estudio la levadura *Saccharomyces* tuvo un valor total de 35/50 el cual fue menor que al utilizar la levadura anterior, sin embargo, corresponde a una cerveza muy buena (30 a 37 p), ubicándose dentro de los estilos de cervezas que presentan menores defectos, por lo que esta levadura, aunque no estaría dando resultados excelentes, permite obtener cervezas de buena calidad comercial.

Finalmente, otro aporte importante es el realizado por Cervezanía (2022), en donde menciona que la cepa K-97, tiene una alta capacidad de formar espuma grande y firme durante la fermentación, y que la utilización de esta cepa es adecuada para elaborar cervezas con bajo contenido de ésteres, teniendo una buena persistencia en el paladar, como lo demostrado en este estudio para esta cepa. En cambio, las levaduras de tipo S-04 pueden fermentar más rápido obteniendo además una tonalidad más clara. En este caso de estudio, las similitudes entre las dos cepas utilizadas fue positiva para los diferentes aspectos que se tomaron en cuenta (claridad, espuma, intensidad, sabor), sin embargo, al momento de referirnos al tipo de tratamiento sin considerar la cepa, se demuestra que la aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos no incide sobre ninguna característica en la cerveza, mientras que al aplicar fertilización química, sí se obtuvo una bebida con aroma a lúpulo afrutado y a levadura cítrica, también a malta regaliz, en comparación, al no aplicar ningún tipo de nutrición donde se observó una cerveza con un retrogusto duradero, y un sabor a cereales.

8. Conclusiones

La mejor estrategia de nutrición que ayudó a mejorar el cultivo en campo y a potenciar la calidad de la cerveza artesanal de uvilla fue la nutrición química con base en los requerimientos del cultivo y a los análisis del suelo, proporcionándole la nutrición necesaria, lo cual se vio reflejado en el rendimiento, diámetro, grados brix y una firmeza del fruto, parámetros que son expresiones de calidad, mostrando valores superiores que al aplicar ácidos húmicos y fúlvicos como al no aplicar ningún tipo de nutrición.

En cuanto a la aplicación de cepas de levaduras para la elaboración de la cerveza artesanal, la cepa S-04 proporcionó una cerveza con menos grado de acidez, de pH, y STD, mientras que al utilizar la cepa K-97 se obtuvo una cerveza más ácida con un pH y STD mayores, en cuanto al grado alcohólico se obtuvo de 5,7 al aplicar las distintas levaduras, esto depende a la temperatura que esté expuesta la fermentación y no de las cepas utilizadas. Así mismo su color no varió en los distintos tratamientos ya que esto depende de la malta utilizada, y en este caso se utilizó un mismo mosto para la aplicación de las dos levaduras, con el fin de evitar variaciones y trabajar en condiciones iguales.

Referente a las pruebas organolépticas los resultados de cata de manera cuantitativa mostraron que al aplicar la levadura S-04 se obtuvo una cerveza clara, pobre en espuma, con retrogusto corto y un puntaje de 23/30, mientras que al utilizar la levadura K-97 se obtuvo una cerveza con apariencia turbia, con un rango de espuma correcto, con un retrogusto medio y un puntaje de 17/30, cabe destacar que la intensidad del sabor y el balance no se vieron afectados al aplicar estas dos levaduras. Así mismo para los resultados de la cata cualitativa la levadura S-04 nos mostró una apariencia transparente, con un retrogusto medio, con sabor a lúpulo afrutado y a malta regaliz.

9. Recomendaciones

Se recomienda la aplicación de fertilización química con base en los requerimientos del cultivo y al análisis de suelo, para mejores parámetros de calidad del fruto si el propósito es mejorar la productividad y calidad para el mercado directo.

Así mismo se recomienda realizar un análisis de suelo previamente para saber la deficiencia de nutrientes existente en el suelo y así complementar con las exigencias nutricionales del cultivo para obtener un buen rendimiento de uvilla.

Se recomienda utilizar la levadura S-04 ya que ayuda a realzar las características organolépticas de la cerveza artesanal, obteniendo así mismo una cerveza más aceptable para el mercado.

10. Bibliografía

- Altamirano, M. A. (2010). *Estudio de la cadena productiva de uvilla* [Proyecto de grado presentado como requisito para la obtención del título de Ingeniero en Agroempresa, Universidad San Francisco de Quito]. Repositorio institucional – Universidad San Francisco de Quito.
- Amezcuca, J., & Lara, M. (2017). *El zinc en las plantas*. El zinc en las plantas. Recuperado el 20 de noviembre de 2022 de https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/68_3/PDF/zinc_plantas.pdf
- Antúnez, O. (2018). *Aspectos fisiológicos y genéticos de Physalis peruviana L. y Physalis ixocarpa Brot.* [Tesis doctor en ciencias, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas]. Repositorio institucional – Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas.
- Aristizábal, A. (2013). *Uchuva_estudio_potencial_aplicacion_desarrollo_alimentos_funcionales.pdf* [Título de Especialista en Alimentación y Nutrición, Corporación Universitaria Lasallista]. Repositorio institucional – Corporación Universitaria Lasallista.
- Cabrera, F. (2012). *Bebidas fermentadas* [Tesis Ingeniero de alimentos, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. Repositorio institucional – Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.
- Carvajal, L., & Insuasti, M. (2010). *Elaboración de cerveza artesanal utilizando cebada (Hordeum vulgare) y yuca (Manihot Esculenta Crantz)* [Título de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio institucional – Universidad Técnica del Norte.
- Cleves, L., & Montaña, L. M. M. (2019). *Evaluación de la incorporación de la fruta Passiflora edulis (maracuyá) en el proceso de producción de cerveza artesanal tipo pale ale* [Título de Ingeniero Químico, Universidad de América]. Repositorio institucional – Universidad de América.
- Climate. (s. f.). Clima Loja: Temperatura, Climograma y Tabla climática para Loja - Climate-Data.org. Recuperado 20 de julio de 2022, de Recuperado el 10 de julio de 2022 de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-loja/loja-4233/>

- Córdova, I. (2010). *Comparación del comportamiento fermentativo de levadura de panificación y levaduras vínicas (Uvaferm CM, Lalvin EC 1118, Lalvin QA23) y sus efectos sobre la calidad de vinos de mora (Rubus glaucus Benth* [Título de Ingeniero en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional – Universidad Técnica de Ambato.
- Córdova, J. (2020). *Efecto de diferentes sistemas de conducción y fertilización n-p-k sobre las implicancias agronómicas en uvilla (physalis peruviana l.)* [Título de Ingeniera Agrónoma, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio institucional – Universidad Nacional de Loja.
- Ferreira, L., & Vicente, A. (s. f.). *Elaboración de cerveza: Historia y evolución, desarrollo de actividades de capacitación e implementación de mejoras tecnológicas para productores artesanales* [Título de Ingeniero Industrial, Universidad Nacional de La Plata]. Repositorio institucional – Universidad Nacional de La Plata.
- Fischer, G., Almanza-Merchán, P. J., & Miranda, D. (2014). Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana L.*). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 36, 01-15.
- Fueltala, F. (2014). *Utilización de la uvilla como alternativa gastronómica en preparaciones de salsas, vinagretas y coulis* [Tesis de Tecnología en gastronomía, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio institucional – Universidad Técnica del Norte.
- Gastelum, D., Sandoval, M., Trejo, C., & Castro, R. (2013). Fuerza iónica de la solución nutritiva y densidad de plantación sobre la producción y calidad de frutos de *Physalis peruviana L.* *Chapingo*, 19(02), 197-210.
- Guerrero, J. (2019). *Fenología y producción de tres ecotipos de aguaymanto (Physalis peruviana L.) en el caserío de Pulún, distrito el carmen de la frontera, Huancabamba – Piura, 2018* [Título de Ingeniero Agrónoma, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio institucional – Universidad Nacional de Piura.
- Lutuala, W. J. V. (2016). *Mediante la aplicación edáfica de extractos de algas marinas (Ascophyllum nodosum), ácidos húmicos y fúlvicos en la zona de Quevedo* [Título de Ingeniero Agrónomo,

Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio institucional – Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Martínez, F. E., Sarmiento, J., & Fischer, G. (2008). Efecto de la deficiencia de N, P, K, Ca, Mg y B en componentes de producción y calidad de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Agronomía Colombiana*, 26(03), 389-398.

Martínez, F. E., Sarmiento, J., Fischer, G., & Jiménez, F. (2009). Síntomas de deficiencia de macronutrientes y boro en plantas de uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Agronomía Colombiana*, 27(2), 169-178.

Mendoza, J., Pihuave, L., & Velásquez, M. (2022). Análisis comparativo del valor nutricional de la cerveza artesanal y la cerveza industrial. *Revista Ciencia UNEMI*, 15(03), 61-72.

Morejón, A. (2018). *Control microbiológico y determinación de pH, acidez y grados brix de jugos expendidos en los espacios públicos de la ciudad de Cuenca-Ecuador* [Título de Bioquímica farmacéutica, Universidad de Cuenca]. Repositorio institucional – Universidad de Cuenca.

Palacios, M. P. (2013). *Evaluación de la respuesta a la fertilización química y orgánica de la uvilla Physalis peruviana L. en la provincia de Imbabura Cantón Antonio Ante* [Título de Ingeniero Agroindustrial, Escuela Politécnica Nacional]. Repositorio institucional – Escuela Politécnica Nacional.

Paria, A. (2015). *Influencia de tres ácidos húmicos en el rendimiento del cultivo de zapallito italiano en el Cea III Los Pichones*. [Título de Ingeniera Agrónomo, Universidad Nacional Jorge Basadre]. Repositorio institucional – Universidad Nacional Jorge Basadre.

Péri, G. (2018). *Levadura seca Fermentis Safale K-97 (11,5 g)*. Polsinelli Enologia Srl.
<https://www.polsinelli.it/es/levadura-seca-fermentis-safale-k-97-11-5-g-P2819.htm>

Pivaral, R., & Cruz, J. (2018). *Evaluación del efecto de Saccharomyces cerevisiae sobre la caracterización sensorial del café en dos sistemas de fermentación* [Título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana]. Repositorio institucional – Escuela Agrícola Panamericana.

- Rodríguez, M., & Flórez, V. (2004). *Elementos esenciales y beneficiosos* [Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional – Universidad Nacional de Colombia.
- Ruta, L. L., & Farcasanu, I. C. (2021). Coffee and Yeasts: From Flavor to Biotechnology. *Fermentation*, 7(1), Article 1.
- Silva, A., Albornoz, C., Lagos, T., & Checa, O. (2015). Respuesta de *Physalis peruviana* a la fertilización con diferentes dosis de N, P y K en el Altiplano de Pasto, Colombia. *Acta Agronómica*, 64(4), 330-335.
- Suárez, M. (2013). *Cerveza: Componentes y propiedades* [Título en Biología Alimentaria, Universidad de Oviedo]. Repositorio institucional – Universidad de Oviedo.
- Vera, A. (2001). *El boro como nutriente esencial*. El boro como nutriente esencial. Recuperado el 10 de julio de <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Borocomonutrienteesencial.pdf>
- Villacrés, H. S. T. (2016). *Estudio de la reutilización de levadura ale (Safale s-04) en la fermentación de cerveza artesanal producida en cherusker cervecería alemana* [Título de Ingeniería en Alimentos, Universidad Tecnológica Equinoccia]. Repositorio institucional – Universidad Tecnológica Equinoccia.
- Yfran, M. de las M., Chabbal, M. D., Píccoli, A. B., Giménez, L. I., Rodríguez, V. A., & Martínez, G. C. (2017). Fertilización foliar con potasio, calcio y boro. Incidencia sobre la nutrición y calidad de frutos en mandarina Nova. *Cultivos Tropicales*, 38(4), 22-29.

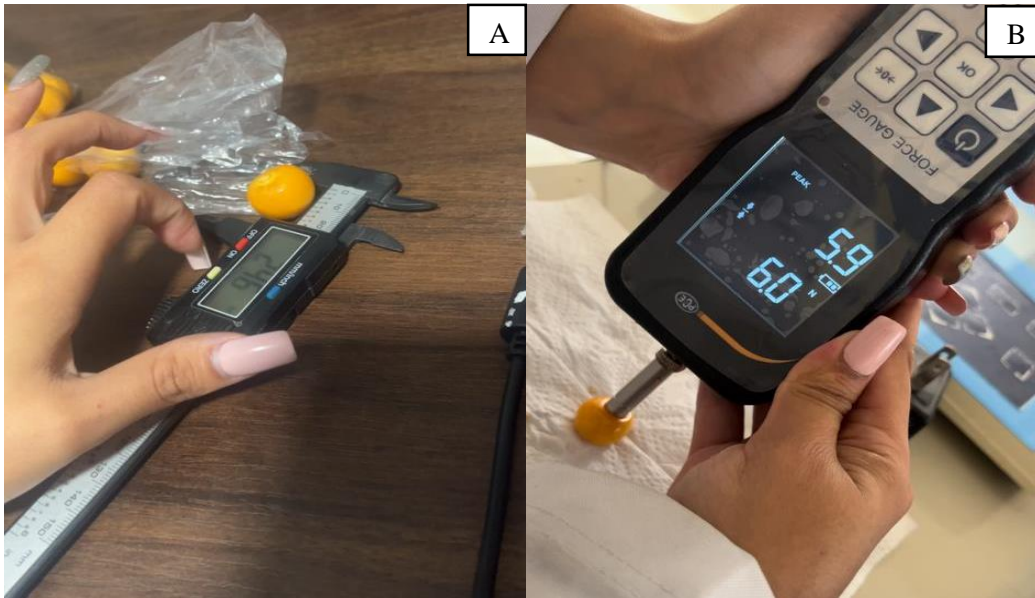
11. Anexos



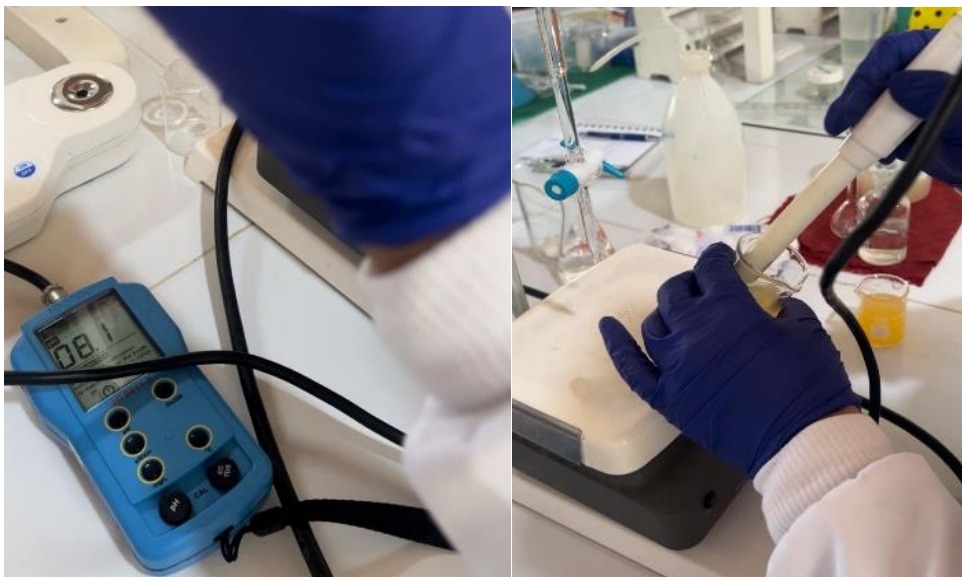
Anexo 1. A) Fertilización orgánica con ácidos húmicos y fúlvicos. **B)** Fertilización química en base al análisis del suelo.



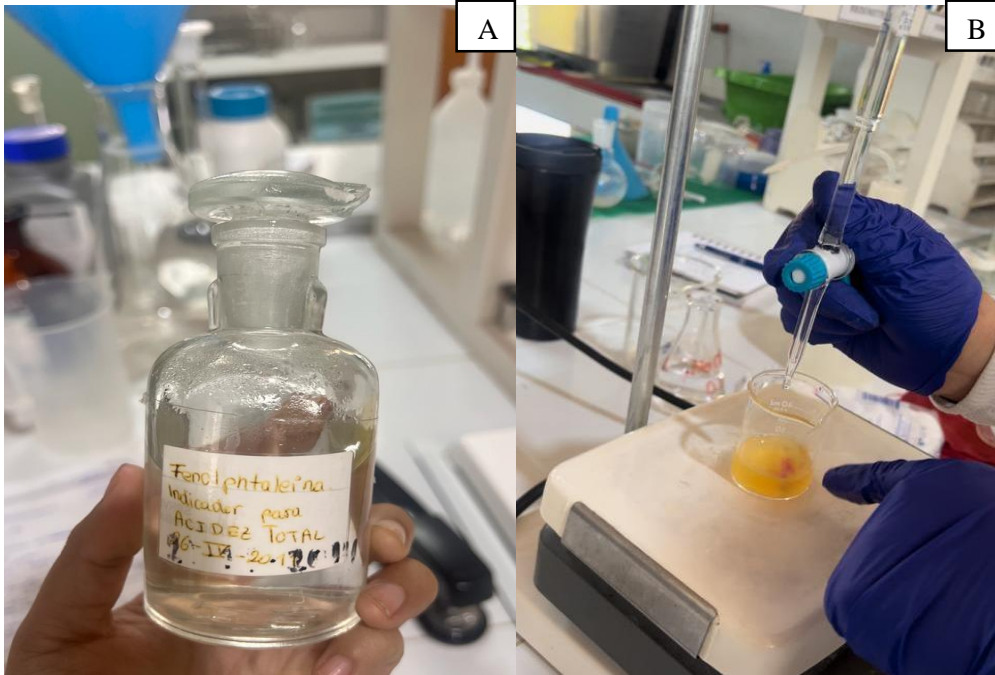
Anexo 2. A) Distancia entre plántulas de uvilla. **B)** Producción en el cultivo de uvilla.



Anexo 3. A) Medición del diámetro. **B)** Cálculo de la presión en la fruta uvilla.



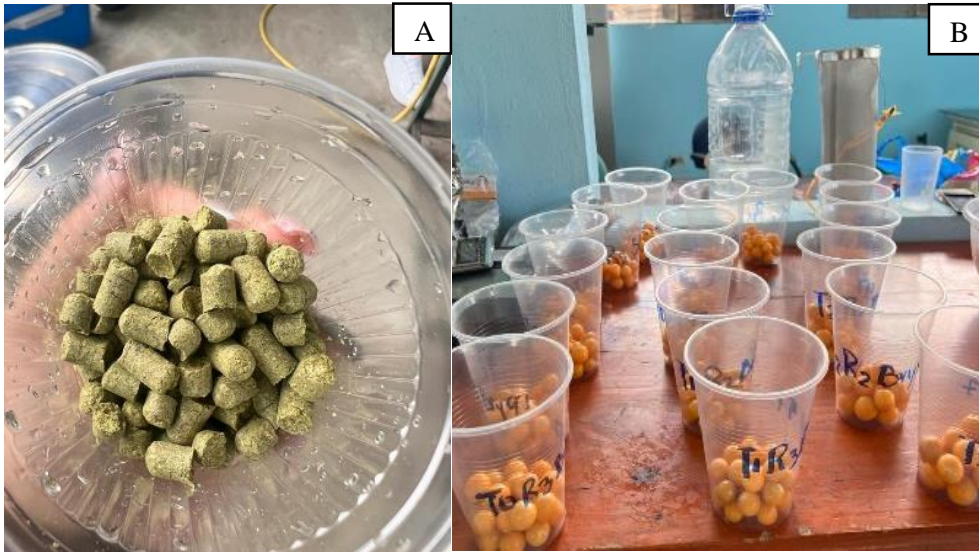
Anexo 4. Determinación del pH en el jugo de uvilla.



Anexo 5. A) Indicador de la acidez total (Fenolftaleína). B) Determinación de la acidez en el jugo de uvilla.



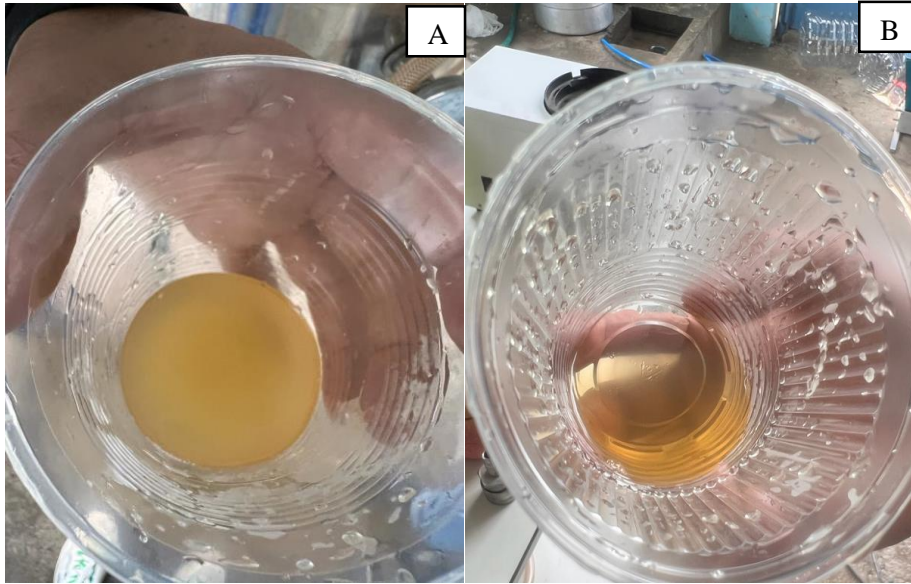
Anexo 6. Cereales utilizados para la elaboración de la cerveza artesanal de uvilla.



Anexo 7. A) Lúpulo cascade y citra. B) Fruta destinada para la elaboración de cerveza.



Anexo 8. Cocción de cereales y recirculado para la elaboración de la cerveza.



Anexo 9. Resultado del mosto después del recirculado. **A)** Antes. **B)** Después.



Anexo 10. Fermentación del mosto, la cual contiene levadura y la fruta.



Anexo 11. A) Transvase eliminando la fruta presente en los envases. **B)** Gasificación de la cerveza artesanal.



Anexo 12. Envasado de la cerveza artesanal de uvilla.



Anexo 13. Etiquetado con su respectivo tratamiento para su identificación.



Anexo 14. Desgasificación para la determinación de la acidez titulable en la cerveza de uvilla.

INFORME DE ENSAYO No: 22-0527

NOMBRE DEL CLIENTE: Andrade Gordillo Marilin Nicool
PETICIONARIO: Andrade Gordillo Marilin Nicool
EMPRESA/INSTITUCIÓN: Andrade Gordillo Marilin Nicool
DIRECCIÓN: Zamora

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 08/09/2022
HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 13:40
FECHA DE ANÁLISIS: 12/09/2022
FECHA DE EMISIÓN: 16/09/2022
ANÁLISIS SOLICITADO: S3 + CIC

Análisis	pH		N		P		S		B		K		Ca		Mg		Zn		Cu		Fe		Mn		Ca/Mg		Mg/K		Ca+Mg/K		Σ Bases	MO		CO.*		Textura (%)*				IDENTIFICACIÓN
			ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	meq/100g	%	%	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural			
22-2067	8,08	Me Al	16	B	15,4	M	5,70	B	0,59	B	0,85	A	43,99	A	3,23	A	1,5	B	6,2	A	27	M	6,8	M	13,61	3,81	55,61	48,07	0,85	B									Muestra 1	

Análisis	Al+H*	Al*	Na*	C.E.*	N. Total*	N-NO3*	K H2O*	P H2O*	Cl*	pH KCl*	IDENTIFICACION
	ppm	ppm	meq/100g		%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	

OBSERVACIONES: * Ensayos no solicitados por el cliente

METODOLOGIA USADA			
pH = Suelo: Agua (1:2,5)	P K Ca Mg = Olsen Modificado		
5.B = Fosfato de Calcio	Cu Fe Mn Zn = Olsen Modificado		
	B = Curcumina		

INTERPRETACION		
pH	Elemento	
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo
LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	M = Medio
PN = Prac. Neutro	Al = Alcalino	A = Alto
RC = Requieren Cal		T = Tóxico (Boro)

ABREVIATURAS	
C.E. =	Conductividad Eléctrica
M.O. =	Materia Orgánica

METODOLOGIA USADA	
C.E. = Pasta Saturada	
M.D. = Dicromato de Potasion	
AlH = Titulación NaOH	

INTERPRETACION			
Al+H,Al y Na	C.E.		M.O y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio
T = Tóxico			A = Alto


 JOSE ALONSO
 LUCERO
 MALATAY
LABORATORISTA


 IVAN RODRIGO
 SAMANIEGO
 MALIGA
RESPONSABLE DE LABORATORIO

Anexo 15. Análisis de suelo de macro y micronutrientes con su porcentaje de materia orgánica presente.



INFORME DE ENSAYO No: 22-0527

NOMBRE DEL CLIENTE:	Andrade Gordillo Marilyn Nicool	FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:	08/09/2022
PETICIONARIO:	Andrade Gordillo Marilyn Nicool	HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA:	13:40
EMPRESA/INSTITUCIÓN:	Andrade Gordillo Marilyn Nicool	FECHA DE ANÁLISIS:	12/09/2022
DIRECCIÓN:	Zamora	FECHA DE EMISIÓN:	16/09/2022
		ANÁLISIS SOLICITADO:	CIC

N° muestra	K	Ca	Mg	Na	Suma de bases	Saturación de bases	CIC	Identificación de la muestra
	meq/100 g suelo	meq/100 g suelo	meq/100 g suelo	meq/100 g suelo	meq/100 g suelo	(%)	meq/100 g suelo	
22-2067	1,01	56,2	3,3	0,57	61,1	SATURADO	19,4	Muestra 1

RESPONSABLES DEL INFORME



LABORATORISTA



RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Anexo 16. Análisis de suelo en cuanto a la capacidad de intercambio catiónico

Demanda de elementos										
56,25 Kg/Ha de N; 6,75 Kg/Ha de P; 63,5 Kg/Ha de K; 13 Kg/ha de Ca; 7,75 Kg/Ha de Mg y 6 Kg/Ha de S.										
N= 22.5 gr/N planta total * 16 plantas son en total 360 gr de N										
/12 (una aplicación semanal)										
1.875 gr N por aplicación por planta										
Para todo el tratamiento por aplicación										
1.86gr*16Plantas= 30 gr N para el tratamiento (16 plantas) por aplicación (12 aplicaciones)										
P= 2.7g/planta*16plantas= 43.2 gr total / 12 aplicaciones = 3.6 gr P por aplicación										
K= 25.4 *16 = 406,4 gr total/ 12 aplicaciones = 33,86 gr K por aplicación										
Ca= 5.2 *16 = 83.2 gr totales/12 aplicaciones = 6,93 gr de Ca aplicación										
Mg= 3.1*16= 49.6 gr totales/12 aplicaciones= 4.13 gr de Mg aplicación										
S= 2.4*16=38.4 gr totales/12 aplicaciones= 3.2 gr de S aplicación										
Fertilizante	N	P	K	Ca	Mg	S	gr	aporte	Por aportar	total 12 aplicaciones
Nitrato de potasio		13		44			76,955	10,004 N	19,996 N	923,45
Sulfato de amonio	21					24	95,219	22,852 S		1142,6
Sulfato de Magnesio						26	15,885	3,1769 S		190,62
Ca esta en exceso dejamos de aplica										
Acido humico y fulvico										
p/h	38,4	% humico		1ppm=1mg/Kg=1uL/L						
	12,8	% fulvico		1ppm=0,001 ml/L						
p/p	30	% humico		500 ppm =0,5 ml/L						
	10	% fulvico		5ml/L						

Anexo 17. Tabla justada en base al análisis de suelo y requerimientos del cultivo para una dosis adecuada de fertilizantes.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
acidez	6	0,693570	0,616963	3,447233

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,000254	1	0,000254	9,053571	0,0396
cepa	0,000254	1	0,000254	9,053571	0,0396
Error	0,000112	4	0,000028		
Total	0,000366	5			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01200

Error: 0,0000 gl: 4

cepa	Medias	n	E.E.	
2	0,160000	3	0,003055	A
1	0,147000	3	0,003055	B

Anexo 18. Acidez con relación al aplicar distintas cepas de levadura en la cerveza de uvilla.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	6	0,272727	0,090909	0,718563

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,001350	1	0,001350	1,500000	0,2879
cepa	0,001350	1	0,001350	1,500000	0,2879
Error	0,003600	4	0,000900		
Total	0,004950	5			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06801

Error: 0,0009 gl: 4

cepa	Medias	n	E.E.	
1	4,190000	3	0,017321	A
2	4,160000	3	0,017321	A

Anexo 19. Resultados de pH con relación a la aplicación de distintas cepas de levadura en la cerveza de uvilla.

Variable	N	R²	R² Aj	CV
STD	6	0,043953	0,000000	1,226769

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	28,166667	1	28,166667	0,183896	0,6901
cepa	28,166667	1	28,166667	0,183896	0,6901
Error	612,666667	4	153,166667		
Total	640,833333	5			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=28,05611

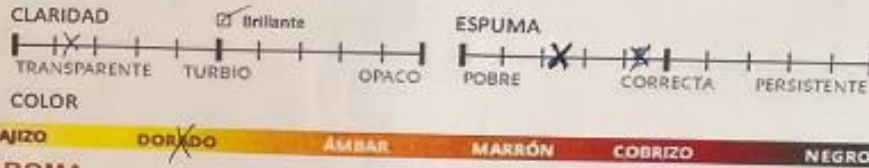
Error: 153,1667 gl: 4

cepa	Medias	n	E.E.
1	1011,000000	3	7,145317 A
2	1006,666667	3	7,145317 A

Anexo 20. Sólidos totales disueltos (STD) en la cerveza de uvilla con relación a la aplicación de distintas cepas de lavaduras.

NOMBRE: T1-5-01 ORIGEN: UNC
 ESTILO: Blonde Ale ALCOHOL: 5.9

APARIENCIA



AROMA

- MALTA**
- Cereales Chocolate
 - Pan Café
 - Caramelo Regaliz
 - Frutos secos Ahumado
- LÚPULO**
- Cítrico Herbal
 - Floral Resinoso
 - Afrutado Terroso
 - Especiado Infusión
- LEVADURA**
- Cítrico
 - Floral
 - Afrutado
 - Especiado

SABOR

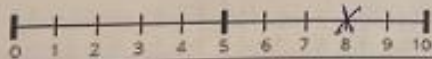
- BÁSICOS** Dulce Amargo Ácido Salado
- Cereal Herbáceo Afrutado Tostado Picante Levadura
- RETRONASAL** (aroma percibido tras beber)
- Whisky
- INTENSIDAD**
- LIGERO | MEDIO | INTENSO
- RETROGUSTO**
- CORTO | DURADERO
- BALANCE**
- MALTOSO | EQUILIBRADO | AMARGO
- PALADAR**
- c. Ligero c. Cremoso Astringente Carbonatada Seca Final cálido

DEFECTOS

- Berberechos, maíz (DMS)
- Tofte, palomitas, mantequilla (Diacetil)
- Manzana verde (Acetaldehído)
- Ácido, punzante (Ac. Acético)
- Hospital, venda (Clorofenol)
- Cuero, cuadro (Brezanomyces)
- Levadura (fermentación defectuosa)
- Metálico, sangre (eq. oxidado, laves agua)
- Yegur (Ac. Láctico)
- Disolvente, pegamento (Acetato de etilo)
- Vómito (Ac. Butírico)
- Sudor, pies (Ac. Isovalérico)
- Rancio, papel viejo (Oxidación)
- Césped (lúpulo pasado, dry-hopping incorrecto)
- Huevos podridos (sulfatos agua, levadura mal estado)
- Humo (prop. malta especial, quemado en el proceso)

NOTAS: Ligera y afrutada

VALORACIÓN



Anexo 21. Hoja de catación realizada por expertos en cerveza.



**FINE-TUNED ENGLISH
LANGUAGE INSTITUTE**
Líderes en la Enseñanza del Inglés

Lic. Carlos Fernando Velastegui Aguilar
DOCENTE DE FINE-TUNED ENGLISH CÍA. LTDA.

CERTIFICA:

Que el documento aquí compuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés, del Resumen de Tesis titulada: "Estrategias de nutrición en el cultivo de uvilla (*Physalis peruviana L.*) y su efecto en la calidad de una bebida fermentada con el uso de dos levaduras, en la hoya de Loja", autoría de la Srta. Marilin Nicool Andrade Gordillo, con CI. 1900777556, egresada en la Carrera de Agronomía, de la Universidad Nacional de Loja.

Lo certifica en honor a la verdad y autoriza a la interesada, hacer uso del presente en lo que a sus intereses convenga.

Loja, 14 de julio de 2023.



Lic. Carlos Fernando Velastegui Aguilar
DOCENTE DE FINE-TUNED ENGLISH CÍA. LTDA.

Líderes en la Enseñanza del Inglés

Matriz - Loja: Macará 205-51 entre Rocafuerte y Miguel Riofrío - Teléfono: 072578899
Zamora: García Moreno y Pasaje 12 de Febrero - Teléfono: 072608169
Yantzaza: Jorge Mosquera y Luis Bastidas - Edificio Sindicato de Choferes - Teléfono: 072301329

www.fte.edu.ec

Anexo 22. Certificado para el resumen del trabajo de investigación escrito en inglés o Abstract.