

Influencia de tres variedades de col (*Brassica oleracea*) en la elaboración de chucrut

Influence of three varieties of cabbage (*Brassica oleracea*) on the elaboration of chucrut

Rodríguez, Víctor; Zumba, Dayanna



Víctor Rodríguez

vjrodriguez@institutos.gob.ec

Instituto Superior Tecnológico Luis A. Martínez
(Agrónomo), Ecuador

Dayanna Zumba

daya.zumba@hotmail.com

Instituto Superior Tecnológico Luis A. Martínez
(Agrónomo), Ecuador

Ecuadorian Science Journal

GDEON, Ecuador

ISSN-e: 2602-8077

Periodicidad: Semestral

vol. 5, núm. 3, Esp., 2021

esj@gdeon.org

Recepción: 24 Junio 2021

Aprobación: 04 Octubre 2021

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/606/6062738010/>

DOI: <https://doi.org/10.46480/esj.5.3.147>

Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra sus sitios web personales o en depósitos institucionales, después de su publicación en esta revista, siempre y cuando proporcionen información bibliográfica que acredite su publicación en esta revista. Licencia de Creative Commons Las obras están bajo una <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Como citar: Rodríguez, V., & Zumba, D. (2021). Influencia de tres variedades de col (*Brassica oleracea*) en la elaboración de chucrut. *Ecuadorian Science Journal*, 5(3), 99-111. DOI: <https://doi.org/10.46480/esj.5.3.147>

Resumen: En la presente investigación se emplearon tres variedades de col en la elaboración del chucrut, ya que esta hortaliza posee un alto contenido nutricional, como vitaminas, minerales, fibra, entre otros que son benéficos para el organismo. Con el objetivo de aprovechar la producción de las diferentes variedades de col, sus propiedades nutricionales y así elaborar un producto con valor agregado. Se planteó este problema con el fin de ayudar a los agricultores y comercializadores de esta hortaliza, para que se pueda aprovechar al máximo su cosecha y evitar desperdicios, además, fomentar la elaboración de productos innovadores a base de col e incentivar su consumo. Se emplearon col morada (*Brassica oleracea* var. capitata f. rubra), coles de Bruselas (*Brassica oleracea* var. gemmifera) y coliflor (*Brassica oleracea* L. var. botrytis) como diferentes tratamientos y adicional también el tratamiento testigo (col blanca - *Brassica oleracea* L. var. capitata l.), cada tratamiento contó con 3 réplicas. Mediante una evaluación sensorial de 15 catadores semi-entrenados se evaluaron los atributos de color, olor, sabor y textura, cuyas valoraciones fueron empleadas en un análisis estadístico y se determinó como mejor tratamiento el que empleó col morada, este tratamiento obtuvo una calificación promedio de 3,64 en el atributo olor; 3,18 en el atributo olor; 3,20 en el atributo sabor y finalmente 3,93 en el atributo textura, estos promedios corresponden a "Bueno" sobre una escala de 5. En el mejor tratamiento se realizaron análisis físico químico y microbiológico, obteniéndose: pH de 4,9, acidez titulable de 0,108 % ac. acético, coliformes totales de <10 ufc/g, arsénico de <0,05 mg/Kg.

Palabras clave: chucrut, col, fermentación, alimento.

Abstract: In this research, three varieties of cabbage were used in the preparation of chucrut due to this vegetable has a high nutritional content such as vitamins, minerals, fiber and others that are beneficial for the organism. In order to take advantage of the production of the different varieties of cabbage and its nutritional properties to elaborate a product with value-added. The initiative was taken in order to help farmers and marketers of this vegetable, so that they can make the most of their harvest to avoid waste, and to promote the development of innovative products based on cabbage and thus encourage its consumption. Purple cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata f. rubra), Brussels sprouts (*Brassica oleracea* var. gemmifera)

and cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) were used in the elaboration of different treatments, as well as the control treatment (white cabbage - *Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.), each treatment had 3 replicates. Through a sensory evaluation of 15 tasters, the attributes of color, smell, flavor, and texture were evaluated, a statistical analysis was done with the results and thus it was determined that the best treatment was the one that used purple cabbage. This treatment had an average of 3.64 for the smell attribute, 3.18 for the color attribute, 3.20 for the flavor attribute and 3.93 for the texture attribute on a scale where these values mean "Good". A physical-chemical and microbiological analysis of the best treatment was carried out, obtaining the following results: pH of 4.9, titratable acidity of 0.108% acetic acid, total coliforms of <10 cfu/g, arsenic of <0.05 mg/Kg.

Keywords: chucrut, cabbage, fermentation, food.

INTRODUCCIÓN

En relación a alimentos fermentados Filiberto et al. (2016), señalan que para la elaboración de este tipo de productos es necesaria la participación de microorganismos y además es una de las formas más antiguas que emplea el hombre para conservar alimentos, por lo que la existencia de variedades de productos es amplia. El chucrut es un alimento que se obtiene a través de la fermentación de la col y se ha identificado su origen en China y fue llevado a Europa, al igual que otros alimentos fermentados que se caracterizan por su conservación por largos periodos de tiempo, históricamente su consumo facilitó el acceso a nutrientes en los meses de bajas temperaturas donde era complicado acceder a alimentos frescos (Zabat et al., 2018; Matsumoto y Malpica, 2016).

Existen varios tipos de alimentos fermentados alrededor del mundo y estos dependen específicamente de las características de los tipos de microorganismos (mohos, levaduras o bacterias) que intervienen durante su elaboración. Por ejemplo, estas aplicaciones se pueden apreciar en los quesos azules, en donde participan *Penicillium camemberti* y *P. roqueforti* donde también se desarrollan bacterias lácticas, produciendo ácido láctico a través del metabolismo celular. Es indispensable reconocer que las características organolépticas del alimento pueden verse influidas por las reacciones bioquímicas y del catabolismo de los compuestos obtenidos durante la fermentación (González, 2020).

Durante el desarrollo de la fermentación de productos como el chucrut, se ven involucrados varios tipos de microorganismos como *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Pediococcus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Enterococcus*, *Weissella* (Dimidi et al., 2019), además son los responsables de proporcionar las características organolépticas específicas que estos llegarán a presentar. Los microorganismos que mayor presencia tienen en estos alimentos son los denominados como el grupo de bacterias ácido lácticas (BAL) que son microorganismos Gram-positivos, catalasa negativos, ácido tolerantes y que se caracterizan por su habilidad de producir ácido láctico como producto principal de la fermentación (Szutowska, 2020), además otros productos secundarios de su fermentación son: CO₂, manitol, ácido acético y etanol (Filiberto et al., 2016).

De la misma manera, los microorganismos presentes en la fermentación alteran varias características de la materia prima, tales como las características reológicas y sensoriales, además mejoran la digestibilidad y biodisponibilidad de nutrientes, alarga la vida útil del alimento por la producción de ácidos y también, podrían conferir al alimento algunas propiedades que beneficiaría a la salud (Vinderola y Pérez, 2021). Dentro de estos beneficios, es importante señalar que desde hace tiempo se ha considerado a los alimentos fermentados como posible alimentos funcionales, que aportan al organismo de las personas que los

consumen múltiples beneficios. Se puede considerar la presencia de microorganismos que participaron en la fermentación en el producto terminado, propinando de esa manera, características probióticas al alimentos, para ello será necesario la evaluación de la viabilidad de estos microorganismos iniciadores de la fermentación (Vinderola, 2021) como es el caso de otros alimentos fermentados, como los que se pueden considerar dentro de los productos lácteos. Así mismo, los alimentos fermentados tienen una microbiota específica y que según su concentración y variedad, podrían considerarse como un aporte significativo sobre su biodiversidad que impactaría positivamente en los aspectos de salud de los consumidores (Fadda et al., 2020).

En el chucrut, la fermentación ácido láctica se desarrolla por la combinación de la concentración de sal y el descenso del pH que se da por el acumulación de ácido láctico generado por las bacterias responsable de la fermentación. Se considera que la concentración adecuada de sal (cloruro de sodio) limita el desarrollo de microorganismo patógenos en conjunto con el descenso del pH. Durante el proceso fermentativo en los vegetales se desarrollan las siguientes etapas: inicio de la fermentación, fermentación primaria, fermentación secundaria y post-fermentación, conociendo que en la industria son deseables las dos primeras, pues las bacterias ácido lácticas son las que participan principalmente en relación a la presencia de otros microorganismo como las levaduras (Carreon, 2020; Domínguez, 2013).

Ricón et al. (2014), indica que se ha aumentado la demanda de las conocidas como crucíferas, que corresponden a la familia de las Brassicaceae. En sus diferentes variedades de col se relaciona de manera principal a sus propiedades funcionales que presentan; pero también señalan que estas hortalizas son de descomposición rápida por lo que es necesario el desarrollo de técnicas adecuadas de manejo poscosecha para evitar pérdidas y así mismo, aplicar una metodología correcta durante su procesamiento para promover el consumo de este vegetal; considerando de esa manera, que la producción de productos fermentados a partir de la col podría incrementar el consumo de las diferentes variedades de col, promoviendo su cultivo y consumo.

Acorde a la información presentada por la FAO (2016), las zonas de producción de col alrededor del mundo son de aproximadamente 1 209 519,68 ha, con un valor de producción de más de 20 884 671 t, dentro de esta información sobresale China con una producción del 43,21 %, y que sigue la India con 32,30 %. Se reporta que el Ecuador hay 1145 ha de col con un rendimiento promedio de 7 928 Kg/ ha (Quinchiguango, 2014), cuyo cultivo se da principalmente en las provincias de la sierra por las características climáticas adecuadas que muestran para el desarrollo de este tipo de vegetales. Es así, que el empleo de la fermentación en la col, como un proceso industrial influye sobre las características organolépticas como fragancia/aroma, sabor, acidez y balance (Vizcarra, 2017). Considerando que se tiene en el Ecuador amplios territorios de cultivo de este vegetal y también algunas variedades, es adecuado implementar un proceso idóneo y factible para el procesamiento y producción de este producto fermentado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración del chucrut, la materia prima se obtuvo de los abastos de la ciudad de Latacunga y se adquirieron las diferentes variedades de col dependiendo del tratamiento

Para la elaboración del chucrut, la materia prima se obtuvo de los abastos de la ciudad de Latacunga y se adquirieron las diferentes variedades de col dependiendo del tratamiento a estudiarse, las cuales fueron: col morada (T1), coles de Bruselas (T2), coliflor (T3) y para el tratamiento testigo se empleó la col blanca (T0). La materia prima de estas hortalizas se escogió con base en sus características organolépticas óptimas tomando en cuenta que éstas presenten un color, olor y textura adecuada para garantizar un procesamiento adecuado de las mismas y una calidad propicia del producto final.

Se empleó sal marina sin yodo, con un color y sabor característico. En ensayos previos dentro de esta investigación, se identificó que el uso de la sal de mesa (sal yodada) no era favorable para el inicio del proceso fermentativo, pues es conocido el efecto inhibidor que tienen ciertos compuestos, como el yodo, en

el desarrollo microbiano, por lo que se optó por el uso de la sal sin yodo y sometida a proceso de esterilización en una estufa a 121 °C por 15 minutos para asegurar su inocuidad.

Para la elaboración de la salmuera se empleó agua potable en combinación con la sal sin yodo en una proporción del 3% p/p, tomando en cuenta lo señalado por Loja (2019) sobre el proceso de fermentación de la col y también por los ensayos previos realizados dentro de esta investigación con diferentes concentraciones de sal.

Para la elaboración de este producto, se siguió el mismo procedimiento estandarizado (Figura 1.) para cada tratamiento, empleando la variedad de col que les correspondía y realizando tres réplicas para una mayor confiabilidad de la información.

La cantidad que se ocupó de materia prima para la elaboración de los productos fue de 900 gramos por cada tratamiento, del cual fue separado según la presentación de 300 gramos.

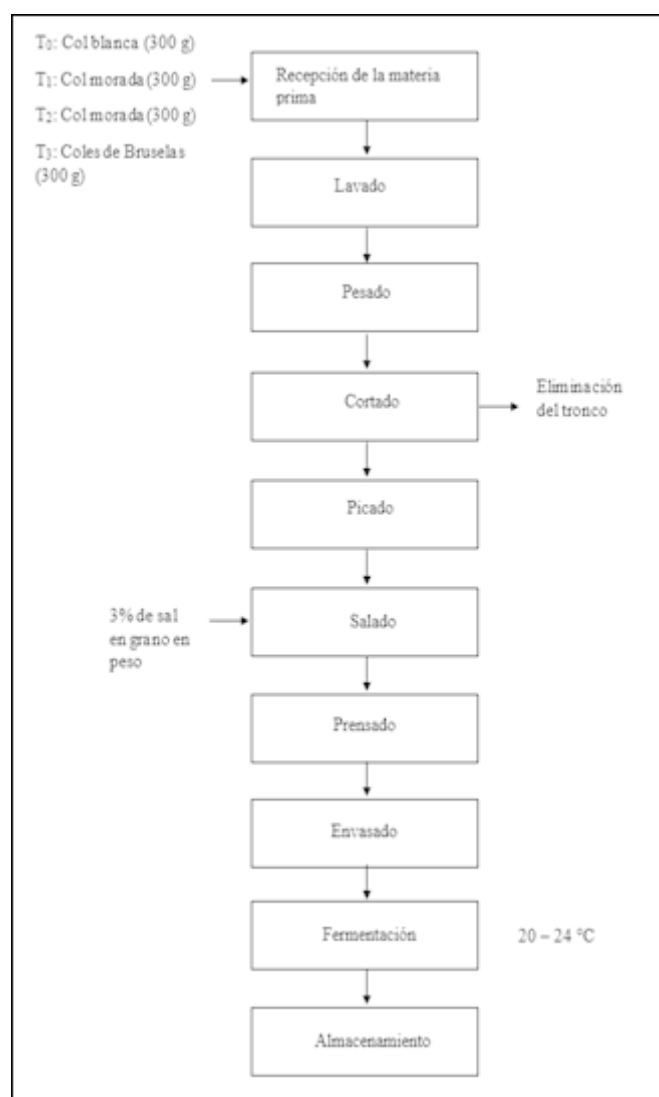


FIGURA 1.
Diagrama de flujo para la elaboración del chucrut
Rodríguez y Zumba (2021)

Para la realización de los análisis físico químicos durante el proceso fermentativo se emplearon equipos e instrumentos necesarios para cada análisis, como: Acidez, se empleó una solución de hidróxido de sodio en una concentración de 0,1 N, fenolftaleína como indicador de la medición y demás material de vidrio

pertinente. Para la medición del pH se empleó un pH-metro digital calibrado, estas mediciones se las realizaron durante el proceso de fermentación.

En lo que respecta al análisis de pesticidas y microbiológicos, análisis importantes en este tipo de alimentos, se contó con la participación de una laboratorio externo acreditado por los equipos, materiales y metodologías necesarios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Preparación de la materia prima: Las diferentes variedades de col (col morada, coles de Bruselas, coliflor y col blanca) correspondiente a cada tratamiento, fueron sometidas a un proceso previo de preparación (selección, limpieza, lavado y pelado), así como también el resto de materia prima para asegurar la calidad y eficiencia del proceso fermentativo al cual se iba a someter a las muestras de col.

TABLA 1.
Datos iniciales de las variedades de col, ingredientes de cada tratamiento y consideraciones generales sobre el proceso de fermentación

Tabla 1. Datos iniciales de las variedades de col, ingredientes de cada tratamiento y consideraciones generales sobre el proceso de fermentación

Tratamiento	Peso inicial de las variedades de col (g)	Peso de la sal (g)	Tiempo de fermentación (días)	Temperatura de fermentación (°C)
T0	900	9	14	20 - 22
T1	900	9	14	20 - 22
T2	900	9	14	20 - 22
T3	900	9	14	20 - 22

Rodríguez y Zumba (2021)

La Tabla 1, muestra la información de los datos iniciales de las materia primas y otros ingredientes empleados para el proceso de fermentación, teniendo en cuenta que se trató de establecer las mismas consideración para todos los tratamientos.

Fermentación: Es la etapa mas importante dentro de la elaboración de este tipo de productos, pues aquí se establecen las condiciones necesarias que permiten el desarrollo microbiano responsable de la fermentación. No se emplearon o adicionaron cultivos iniciadores, se trató de propiciar las condiciones más favorables para que las bacterias naturales (salvajes) presentes en las hojas de col puedan desarrollarse y que dentro del proceso fermentativo, se generen los cambios necesarios para llegar a las características deseadas en el producto. El proceso de fermentación se llevó a cabo durante un periodo de 14 días a una temperatura de 20 a 22 °C, en todos los tratamientos se aplicaron las mismas condiciones. Para la finalización del proceso fermentativo se tomó en cuenta la no variación de los valores del porcentaje de acidez. Se mantuvieron en refrigeración para mantener las características del producto final.

Evaluación sensorial: El panel de catación contó con la participación de catadores semi-entrenados a los cuales se les facilitó una hoja de evaluación sensorial, en donde constaba la información de los diferentes tratamientos y los parámetros que se debían evaluar. Además de las muestras de cada tratamiento sometidas a evaluación, se proporcionó agua a cada uno de los catadores, para que puedan neutralizar las sensaciones en el paladar luego de catar las muestras de cada tratamiento. Dentro de las características organolépticas que se analizaron estuvieron el color, sabor, olor y la textura empleando una escala hedónica con una valoración de

5 (excelente), 4 (muy bueno), 3 (Bueno), 2 (Regular) y 1 (malo). Esta evaluación sensorial fue necesaria para reconocer la aceptabilidad o no de las características aportadas por la fermentación a la col.

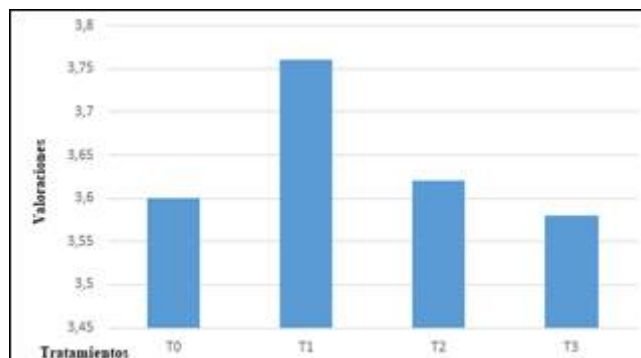


FIGURA 2

Atributo color de las muestras evaluadas de chucrut

Rodríguez y Zumba (2021)

Los valores tabulados y promediados del atributo color de las muestras evaluadas de chucrut se encuentran en la Figura 2, se observa que el valor promedio más alto se encuentra en el tratamiento T1 con la calificación de 3,76, considerado como “Bueno”. Seguido del tratamiento T2 con la calificación de 3,62 considerado como “Bueno”. El tratamiento T0 con la calificación de 3,60 considerado como “Bueno” y finalmente el tratamiento T3 con la calificación de 3,58 considerado como “Bueno”.

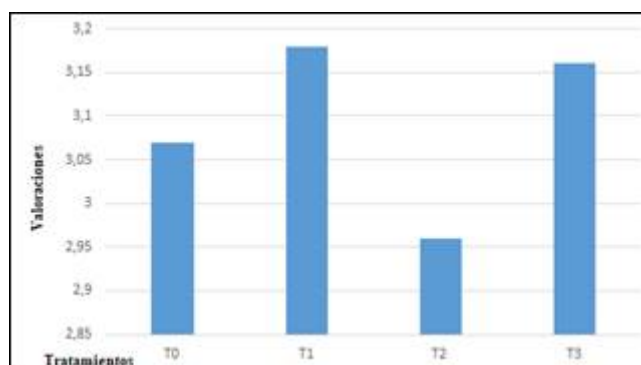


FIGURA 3

Atributo olor de las muestras evaluadas de chucru

Rodríguez y Zumba (2021)

Los valores tabulados y promediados del atributo olor de las muestras evaluadas de chucrut se encuentran en la Figura 3, se observa que el valor promedio más alto se encuentra en el tratamiento T1 con la calificación de 3,18, considerado como “Bueno”. Seguido del tratamiento T3 con la calificación de 3,16 considerado como “Bueno”. El tratamiento testigo T0 con la calificación de 3,07 considerado como “Bueno” y finalmente el tratamiento T2 con la calificación de 2,96 considerado como “Regular”.

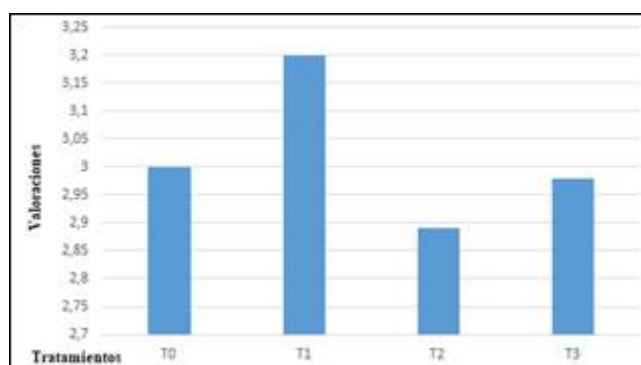


FIGURA 4.
Atributo sabor de las muestras evaluadas de chucrut
Rodríguez y Zumba (2021)

Los valores tabulados y promediados del atributo sabor de las muestras evaluadas de chucrut se encuentran en la Figura 4, se observa que el valor promedio más alto se encuentra en el tratamiento T1 con la calificación de 3,20, considerado como “Bueno”. Seguido del tratamiento testigo T0 con la calificación de 3,00 considerado como “Bueno”. El tratamiento T3 con la calificación de 2,98 considerado como “Regular” y finalmente el tratamiento T2 con la calificación de 2,89 considerado como “Regular”.

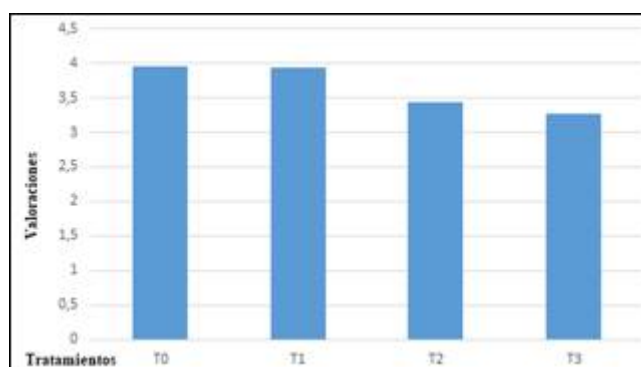


FIGURA 5.
Atributo textura de las muestras evaluadas de chucrut
Rodríguez y Zumba (2021)

Los valores tabulados y promediados del atributo textura de la elaboración del chucrut se encuentran en la Tabla 5, se observa que el valor promedio más alto se encuentra en el tratamiento testigo T0 con la calificación de 3,96, considerado como “Bueno”. Seguido del tratamiento testigo T1 con la calificación de 3,93 considerado como “Bueno”. El tratamiento T2 con la calificación de 3,44 considerado como “Bueno” y finalmente el tratamiento T3 con la calificación de 3,27 considerado como “Bueno”.

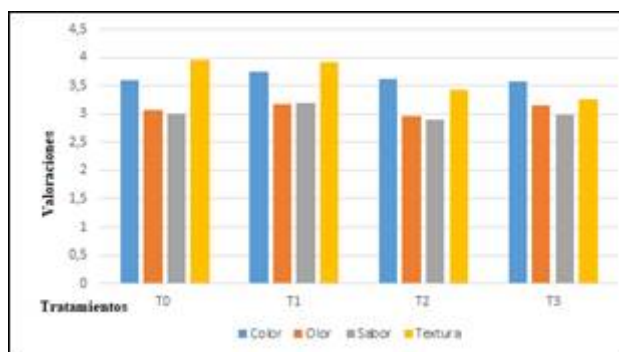


FIGURA 6.

Evaluación sensorial del chucrut elaborado empleando diferentes variedades de col
Rodríguez y Zumba (2021)

En la Figura 6., se observan los resultados resumidos de las características organolépticas evaluadas en los diferentes tratamientos, identificándose que en los tratamientos T0, T1 y T3 las características organolépticas de color, sabor, olor y la textura tuvieron una valoración de bueno a muy bueno, en cambio para el tratamiento T2, las características de color y textura tuvieron una valoración de bueno a muy bueno y las características de olor y sabor una valoración de bueno a regular.

Análisis estadístico: Los resultados de la evaluación sensorial fueron sometidos a un análisis de varianza (ADEVA) mediante el uso del programa Infostat. Planteándose diferentes hipótesis:

H0 = La variedad de col no influye en las características organolépticas del chucrut, y

H1 = La variedad de col si influye en las características organolépticas del chucrut.

En donde se aceptará H0 si el valor de $p > 0,05$ y se rechazará H0 si el valor de $p < 0,05$ (Saltos, 1993).

TABLA 2

Análisis de varianza del atributo color de la evaluación de chucrut

Tabla 2. Análisis de varianza del atributo color de la evaluación de chucrut

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medidos	F	p - valor
Tratamiento	0,06	3	0,02	0,74	0,5567
Error	0,21	8	0,03		
Total	0,27	11			

Rodríguez y Zumba (2021)

Una vez realizado el análisis de varianza para el atributo color, que se muestra en la Tabla 2., se estableció que el valor-P es mayor que 0,05; por lo que no existe una diferencia estadísticamente significativa con un nivel de 95,0 % de confianza, por lo tanto se rechaza la hipótesis alternativa (H1) y se acepta la hipótesis nula (H0), indicando que “La variedad de col no influye en el color en la evaluación del chucrut”.

TABLA 3.
Análisis de varianza del atributo olor de la evaluación de chucrut

Tabla 3. Análisis de varianza del atributo olor de la evaluación de chucrut

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medidos	F	p - valor
Tratamiento	0,09	3	0,03	0,69	0,5838
Error	0,36	8	0,04		
Total	0,45	11			

Rodríguez y Zumba (2021)

Una vez realizado el análisis de varianza para el atributo color, que se muestra en la Tabla 3., se estableció que el valor-P es mayor que 0,05; por lo que no existe una diferencia estadísticamente significativa con un nivel de 95,0 % de confianza, por lo tanto se acepta la hipótesis nula (H0) y se rechaza la hipótesis alternativa (H1), indicando que “La variedad de col no influye en el olor de la evaluación de chucrut”.

TABLA 4.-
Análisis de varianza del atributo sabor de la evaluación de chucrut

Tabla 4. - Análisis de varianza del atributo sabor de la evaluación de chucrut

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medidos	F	p - valor
Tratamiento	0,16	3	0,05	2,15	0,1722
Error	0,19	8	0,02		
Total	0,35	11			

Rodríguez y Zumba (2021)

Una vez realizado el análisis de varianza para el atributo color, que se muestra en la Tabla 4., se estableció que el valor-P es mayor que 0,05; por lo que no existe una diferencia estadísticamente significativa con un nivel de 95,0 % de confianza, por lo tanto se rechaza la hipótesis alternativa (H1) y se acepta la hipótesis nula (H0), indicando que “La variedad de col no influye en el sabor de la elaboración del chucrut”.

TABLA 5.-
Análisis de varianza del atributo textura de la evaluación de chucrut

Tabla 5. - Análisis de varianza del atributo textura de la evaluación de chucrut

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medidos	F	p - valor
Tratamiento	1,09	3	0,36	27,99	0,0001
Error	0,10	8	0,01		
Total	1,19	0,11			

Rodríguez y Zumba (2021)

Una vez realizado el análisis de varianza para el atributo textura, que se muestra en la Tabla 5., se estableció que el valor-P es menor que 0,05; por lo que existe una diferencia estadísticamente significativa, con un nivel

de 95,0 % de confianza, por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa (H1) y se rechaza la hipótesis nula (H0), indicando que “La variedad de col influye en la textura de la elaboración del chucrut”.

TABLA 6.-
Prueba de comparación de medias Tukey del atributo textura de la evaluación de chucrut

Tabla 6.- Prueba de comparación de medias Tukey del atributo textura de la evaluación de chucrut

Tratamiento	Medidas	n	E.E	Grupos homólogos
T3	3,27	3	0,07	A
T2	3,44	3	0,07	A
T1	3,93	3	0,07	B
T0	3,96	3	0,07	B

Rodríguez y Zumba (2021)

En el análisis de la prueba de comparación de medias de Tukey se observa como resultado que el tratamiento T3 con un promedio de 3,27 no presenta diferencia significativa con el T2 que tiene 3,44 de promedio y son estadísticamente similares entre sí, siendo que están representados por el grupo homólogo A; además que el T1 con un promedio de 3,93 y el T0 con un promedio de 3,96 tampoco presentan diferencia significativa entre sí, y son estadísticamente similares entre sí, siendo que están representados por el grupo homólogo B.

TABLA 7.
Resultados del ADEVA en los atributos evaluados del chucrut elaborado empleando diferentes variedades de col

Tabla 7. Resultados del ADEVA en los atributos evaluados del chucrut elaborado empleando diferentes variedades de col

Atributo	p - valor	Decisión
Color	0,5567	Aceptar H0
Olor	0,5838	Aceptar H0
Sabor	0,1722	Aceptar H0
Textura	0,0001	Rechazar H0

Rodríguez y Zumba (2021)

En la Tabla 7., se muestran los valores de probabilidad (p - valor) obtenidos mediante la aplicación del ADEVA, se estableció que se aceptan ($p > 0,05$) las H0 planteadas para los atributos color, olor y sabor; además, se rechaza ($p < 0,05$) la H0 para el atributo de textura.

Determinación del mejor tratamiento: Para la determinación del mejor tratamiento se emplearon los datos de la evaluación sensorial, en donde se consideraron las siguientes características organolépticas: olor, color, sabor y textura. Mediante los análisis de varianza realizados a los resultados emitidos por los catadores se identificó que con el olor, color y sabor no existe diferencia significativa entre los tratamientos; sin embargo, para el atributo de textura si existió diferencia significativa entre los tratamientos como resultado del análisis de varianza, por lo tanto, se procedió a realizar la prueba de comparación de las medidas de Tukey. En el

resultado del análisis de Tukey el cuál se muestra en la Tabla 7., se observó como resultado que el tratamiento T2 y T3 no presentan diferencia significativa, al igual que el tratamiento T1 y T0 tampoco presenta diferencia significativa. Por lo que se escogió otro parámetro para la elección del mejor tratamiento, siendo este el análisis de las valoraciones de la evaluación sensorial, escogiendo el tratamiento T1, debido a que presenta mayor promedio entre los demás tratamientos del estudio.

Análisis físico químico y microbiológico

TABLA 8.
Análisis microbiológico s y físico químico

Tabla 8. Análisis microbiológicos y físico químico

Análisis microbiológicos		
Parámetro analizado	Unidad	Resultado
pH	-	4.9
Acidez titulable	% ac. láctico	0,108
Arsénico	mg/kg	<0,05
Análisis físico químico		
Coliformes Totales	ufc/g	<10

Rodríguez y Zumba (2021)

Los resultados de los análisis físico químico y microbiológico se muestran en la Tabla 8. En el tratamiento T1 se realizaron análisis físico químicos y microbiológicos, como: acidez titulable, llegando a un valor de 0,108 % en relación de lo que muestran Cayré et al. (2007) que indican que en los productos fermentados de col, los valores de acidez van de 0,09 % a un valor de acidez próximo a 0,69 %. Además, se determinó el valor de pH, teniendo un valor de 4,9 de igual comparación con Cayré et al. (2007) que indican un valor máximo de pH de 3,38. Así también, la col, al ser un producto agrícola, es importante verificar la no presencia de pesticidas como el arsénico (As), que según Marchetti et al. (2021), “los compuestos de As inorgánico (iAs) son los más tóxicos y están clasificados como agentes cancerígenos, que ocasionan múltiples efectos negativos sobre la salud”, se puede encontrar en alimentos, suelo y agua. Para el caso del producto elaborado se tiene un resultado de <0,05 mg/Kg, cumpliendo con lo que establece la norma NTE INEN-CODEX 193 (2013) que expone un valor máximo de 0,1 mg/Kg.

En lo que respecta al análisis microbiológico, se analizó la presencia de coliformes totales para verificar la eficiencia de la fermentación y la inocuidad del producto, se obtuvo un valor de <10 ufc/g, verificándose la inocuidad del chucrut al no existir presencia de coliformes.

CONCLUSIONES

En este proyecto de investigación se utilizó tres variedades de col, que fueron la col morada, coles de Bruselas y coliflor en el cual se buscó analizar que características organolépticas adquirieron a lo largo de la fermentación., comparándolas con el tratamiento testigo (col blanca) Así se pudo comprobar que es adecuado el uso de diferentes variedades de col para la elaboración del chucrut, ya que cada variedad de col contiene diferente contenido nutricional y permite el desarrollo de las BAL y el pH que adquieren, influyendo en los atributos del producto terminado.

Se ha realizado este producto con el fin de proporcionar a los consumidores, un alimento con características organolépticas aceptables, para lo cual se realizó la evaluación sensorial para determinar qué tipo de col fermentada es la más aceptable, siendo analizados el color, olor, sabor y textura. El tratamiento que mayor

promedio obtuvo en la evaluación sensorial fue el tratamiento T1 (col morada) con un promedio de 3,62, seguido del tratamiento T0 (col blanca) con un promedio de 3,41, luego el tratamiento T2 (coles de Bruselas) con un promedio de 3,23 y finalmente el tratamiento T3 (coliflor) con un promedio de 3,25.

El tratamiento en el que se empleó la col morada (T1) fue determinado como el mejor tratamiento, calificado con atributos de color, sabor, olor, y textura, respuestas emitidas por los 15 catadores, al que se le aplicó análisis de laboratorio. Los resultados obtenidos del análisis físico-químicos y microbiológico del mejor tratamiento (T1) son los siguientes: pH de 4.9, acidez titulable de 0,108% ac. acético, coliformes totales de <10 ufc/g, arsénico de <0,05 mg/kg. Por lo tanto, los valores obtenidos son adecuados para este tipo de productos y además no presentan riesgo para su consumo y son adecuados para los consumidores.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Superior Tecnológico Luis A. Martínez (Agronómico) por facilitar el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carreon, J. (2020). Cinética de la fermentación de bacterias ácido lácticas en col morada (*Brassica oleracea*). Tesis. Universidad Peruana Unio#n. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/4258>
- Cayre#, M., Vignolo, G., Garro, A. (2007). Seleccio#n de un modelo primario para describir la curva de crecimiento de bacterias la#cticas y *Brochothrix thermosphacta* sobre emulsiones ca#rnicas cocidas. Informacio#n Tecnolo#gica, 18(3), 23–29. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642007000300004>
- Dimidi, E., Cox, S., Rossi, M., Whelan, K. (2019). Fermented Foods: Definitions and Characteristics, Impact on the Gut Microbiota and Effects on Gastrointestinal Health and Disease. *Nutrients*, 11: 1-26. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31387262/>
- Domínguez, J. (2013). Estudio de las relaciones entre los microorganismos presentes en las fermentaciones de la aceituna de mesa. Universidad de Sevilla. <https://idus.us.es/handle/11441/58680>
- Fadda, S., Lopez, C., Vignolo, G., Ferrari, A., Vinderola, C., Weill, R. (2020). Alimentos fermentados: microbiología, nutrición, salud y cultura. Editorial Instituto Danone. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/129451>
- FAO. (2016). Alimentos e commodities agri#colas de produc#a#o. <http://faostat.fao.org>
- Filiberto, E., Aranda, S., Toledano, M., Morales, J., Pe#rez, J. (2016). Elaboracio#n de Col Fermentada (Chucrut). Consejeri#a de Agricultura Pesca y Desarrollo Rural, Instituto de Investigacio#n y Formacio#n Agraria y Pesquera. Junta de Andaluci#a. <https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa/registro-servifapa/bd545e15-9383-4aae-9fbc-0f12bd6b4572>
- González, E. (2020). Alimentos fermentados por mohos [Tesis de Grado Universidad de La Laguna]. Repositorio Institucional ULL. <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/21710>
- INEN. (2013). NTE INEN-CODEX 193:2013 Norma general para los contaminantes y toxinas presentes en los alimentos y piensos. Instituto Ecuatoriano de Normalizacio#n. Primera edición. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_codex_193.pdf
- Loja, M. (2019). Determinación de la cinética de fermentación láctica de hojas frescas de col (*Brassica oleracea* l. Var. Capitata l.) en condiciones óptimas de temperatura, tiempo y concentraciónde NaCl. Tesis. Universidad de Cuenca. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/32676/1/Trabajo%20de%20titulación.pdf>
- Marchetti, D., Tomac, A., Perez, S. (2021). Perfil de riesgo para la inocuidad de alimentos: presencia de arsénico en Argentina. *Revista Argentina de Salud Pública*, 13(47). <https://ojsrasp.msal.gov.ar/index.php/rasp/article/view/650>
- Matsumoto, K., Malpica, F. (2013). Manual de Prácticas de laboratorio: Tecnología de Fermentaciones Alimentarias. Universidad Auto#noma Metropolitana. <http://publicacionescbs.izt.uam.mx/DOCS/fermentaciones.pdf>

- Niebla, A. (2021) Microbiología de las hortalizas fermentadas y beneficios de la fermentación. Tesis. Universidad de La Laguna. <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/23243>
- Quinchiguango, M. (2014). Evaluación del efecto de abono orgánico en el cultivo de col (*Brassica oleracea* L. Var. Capitata L.) en el barrio rosalía, de la parroquia santa rosa de Cuzubamba, cantón Cayambe, provincia de Pichincha. Tesis. Universidad Nacional de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/13946>
- Rincón, A., Balaguera, H., Almanza, P. (2014). Efecto del cloruro de calcio y la refrigeración sobre la poscosecha de la col de bruselas (*Brassica oleracea* L.). *Cultura Científica*, (12), 22–29. https://revista.jdc.edu.co/index.php/Cult_cient/article/view/148
- Saltos, H. (1993). Diseño experimental: aplicación de procesos tecnológicos. Editorial Universidad Técnica de Ambato.
- Szutowska, J. (2020). Functional properties of lactic acid bacteria in fermented fruit and vegetable juices: a systematic literature review. *European Food Research and Technology*. 246. 10.1007/s00217-019-03425-7.
- Vinderola, C. (2021). Probióticos y postbióticos: nuevos desarrollos en alimentos fermentados. *Proyectos de Investigación CAI+D*. <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/6191>
- Vinderola, C., Pe#rez, G. (2021). Alimentos fermentados y probio#ticos en nin#os. La importancia de conocer sus diferencias microbiolo#gicas. *Arch Argent Pediatr*, 119(1):56-61. <https://www.sap.org.ar/docs/publicaciones/archivosarg/2021/v119n1a13.pdf>
- Vizcarra, E. (2017). Evaluación de la calidad organoléptica de dos cultivares de café (*Coffea arábica* L.) fermentadas en cuatro tiempos diferentes en el sector de Garabito, Santa Ana la Convención. Tesis. Universidad Nacional De San Antonio Abad Del Cusco. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/1904>
- Zabat, M., Sano, W., Wurster, J., Cabral, D. y Belenky, P. (2018). Microbial Community Analysis of Sauerkraut Fermentation Reveals a Stable and Rapidly Established Community. *Foods*, 7(5): 1-8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29757214/>