
**Evaluación de la fermentación de una bebida alcohólica a partir de aguaymanto
(Physalis peruviana).****Evaluation of fermentation of an alcoholic beverage from aguaymanto
(Physalis peruviana).****Avaliação da fermentação de uma bebida alcoólica de aguaymanto
(Physalis peruviana).****Junior Rubén Rodríguez Abanto ¹, Williams Esteward Castillo Martínez ²**

Resumen

El objetivo de este trabajo de investigación ha sido desarrollar una nueva bebida fermentada, elaborada a partir de aguaymanto. Los parámetros de fermentación que se evaluaron son el tipo y concentración de levadura, así como la concentración inicial de azúcar (°Brix). Se planteó un diseño de D-óptimo con 16 tratamientos experimentales teniendo como variables dependientes °Brix final, acidez, porcentaje de alcohol (v/v), sabor y apariencia general. Se realizó la optimización aplicando la metodología de función deseada obteniendo que los parámetros que permiten obtener una bebida alcohólica a base de aguaymanto son el tipo de levadura *Saccharomyces cerevisiae* a una concentración de 0.2 % y una concentración inicial de azúcar de 28°Brix.

Palabras clave: *Aguaymanto, Bebida alcohólica, Levadura.*

Abstract

The objective of this research was to develop a new fermented beverage made from aguaymanto. The parameters of fermentation that were evaluated were the type and concentration of yeast, as were the initial concentrations of sugar (Brix). A D-optimal design was proposed, using 16 experimental treatments, with the dependent variables being final Brix, acidity, alcohol percentage (v/v), flavor, and general appearance. The optimization was performed applying the desired function methodology using the parameters that allow an aguaymanto based alcoholic beverage using the *Saccharomyces cerevisiae* type yeast at the concentration of 0.2% and an initial sugar concentration of 28 Brix.

Keywords: *Aguaymanto, Alcoholic beverage, Yeast.*

Resumo

O objetivo deste trabalho de pesquisa foi desenvolver uma nova bebida fermentada, feita a partir de aguaymanto. Os parâmetros de fermentação avaliados são o tipo e a concentração de leveduras, bem como a concentração inicial de açúcar (°Brix). Foi proposto um delineamento D-ótimo com 16 tratamentos experimentais tendo como variáveis dependentes °Brix final, acidez, porcentagem de álcool (v/v), sabor e aparência geral. A otimização foi realizada aplicando a metodologia da função desejada, obtendo-se que os parâmetros que permitem obter uma bebida alcoólica à base de aguaymanto são do tipo levedura *Saccharomyces cerevisiae* na concentração de 0,2% e concentração inicial de açúcar de 28 °Brix.

Palavras-chave: *Aguaymanto, Bebida alcoólica, Levedura.*

¹Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Urbanismo. Universidad Señor de Sipan. Chiclayo, Perú. jrodriguez.iace@gmail.com.

²Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Urbanismo. Universidad Señor de Sipan. Chiclayo, Perú. williamsscm@hotmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-6917-1009>

Recibido: 19-10-2019 Aceptado: 15-05-2020

Introducción

En Perú, el aguaymanto también se conoce como uva de monte, capulí o tomate silvestre (Angulo, 2005). El país es considerado como un importante centro de biodiversidad mundial y la cordillera de los andes peruanos ha contribuido a la gran diversidad de ecotipos de aguaymanto, base genética de los cultivos comerciales del mundo.

Se define como bebida fermentada de frutas, esta proveniente de mostos de frutas frescas, distintas de la uva, sometidos a la fermentación alcohólica y que han sufrido procesos semejantes a los exigidos para los vinos (Bernal de Ramírez, 1993).

En el Perú, existen pequeñas industrias dedicadas a la producción de bebidas alcohólicas a partir de diferentes frutas, esta producción es realizada de forma artesanal. Actualmente, se trabaja fundamentalmente en la búsqueda de materias primas con mejores y nuevas características organolépticas, que puedan sustituir a las tradicionales (uva, manzana, etc.) y que vayan acorde con las exigencias de consumidores; de esta manera, se busca generar también una mayor eficiencia en los procesos de fermentación, aprovechando la gran cantidad de frutas existentes en el Perú, para obtener nuevas bebidas alcohólicas, puede ser una alternativa para hacer sostenible su cultivo en el país.

Una bebida fermentada de frutas que ha sido correctamente elaborado debe saber a la fruta del que está hecho; es decir, una bebida fermentada de fresas debe mantener el aroma fresco y agradable que caracteriza a esta fruta. Cada una de las frutas le confiere unas características especiales que se deben mantener (Donath, 1992).

En un proceso fermentativo, es deseable maximizar la producción de un metabolito deseado; no obstante, no es una tarea sencilla de lograr; dado que, la fermentación es afectada por factores: ambientales, fisicoquímicos, biológicos o por la carencia de un adecuado conocimiento del sistema.

Se planteó como problema de investigación: ¿Cuáles son los parámetros de fermentación (concentración de azúcar (Brix), tipo y concentración de levadura) que permiten elaborar una bebida alcohólica a partir de aguaymanto (*Physalis peruviana*)?

El objetivo de esta investigación es evaluar la fermentación de una bebida alcohólica a partir de aguaymanto (*Physalis peruviana*).

Materiales y métodos

Se consideró como variables: independiente, la concentración de Azúcar: 20 – 30 °Brix, tipo de levadura: *Saccharomyces cerevisiae r.f. cerevisiae* y *r.f. bayanus* y *Saccharomyces cerevisiae* y concentración de Levadura: 0.1 – 0.2 g/l, teniendo como variable dependiente, los grados alcohólicos % v/v, contenido de alcoholes, acidez titulable y pH.

La acidez titulable se determinó a través del procedimiento descrito en AOAC 962.19. El grado alcohólico según el método descrito en la AOAC 920.57. (AOAC 2005).

1. Caracterización de la fruta

Se determinó el grado de madurez de la fruta, para lo cual se evaluaron: los sólidos solubles totales, el pH, la acidez titulable (expresada como ácido cítrico) y el índice de madurez, y se los relacionó con el color de la fruta.

2. Proceso de elaboración de la bebida fermentada de aguaymanto

En la Figura 1, se indica el proceso de elaboración del vino de carambola.

Se seleccionó las frutas sin defectos y con el 100 % de coloración amarilla. Se realizó un lavado manual con agua potable. Para la extracción del zumo, se utilizó una pulpeadora.

Para el acondicionamiento del mosto, se utilizó aproximadamente 3 kg de zumo para cada tratamiento. Para ajustar los sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) se añadirá azúcar, adquirida en el mercado local. Se acondicionó los mostos, según diseño experimental. Para el cálculo de adición de azúcar se utilizó balance de masa. Para la primera sulfitación, se añadió 5 g/hl de metabisulfito de sodio al mosto, considerando una acidez baja y una madurez media. El mosto se inoculó con levadura previamente activada, la cual se preparó, según diseño experimental con levadura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) marca Levapan, por kg de mosto, en 100 ml de mosto a 40 $^{\circ}$ C. Se fermentó el mosto acondicionado en un bioreactor Bach, a los niveles de temperatura según diseño experimental, controlando el contenido de sólidos solubles, pH y acidez titulable cada día hasta alcanzar el estimado de contenido alcohólico de 10 % (v/v). Se añadió 100 mg/l de metabisulfito de sodio al mosto para interrumpir la fermentación. Para la clarificación, se almacenó a temperaturas entre 4 y 8 $^{\circ}$ C durante tres días, esto permitirá que las partículas en suspensión precipiten, y se le adicionará un coadyuvante que ayude al proceso de clarificado. Se realizó una tercera sulfitación añadiendo 50 mg/hl de metabisulfito de sodio a la bebida fermentada para su conservación posterior al envasado, mientras este es almacenado. Se envasó en botellas de vidrio, de coloración verde oscuro; previamente las botellas y los corchos serán lavados y desinfectados con una solución de cloro, (hipoclorito de sodio al 1%) y enjuagados con agua potable.

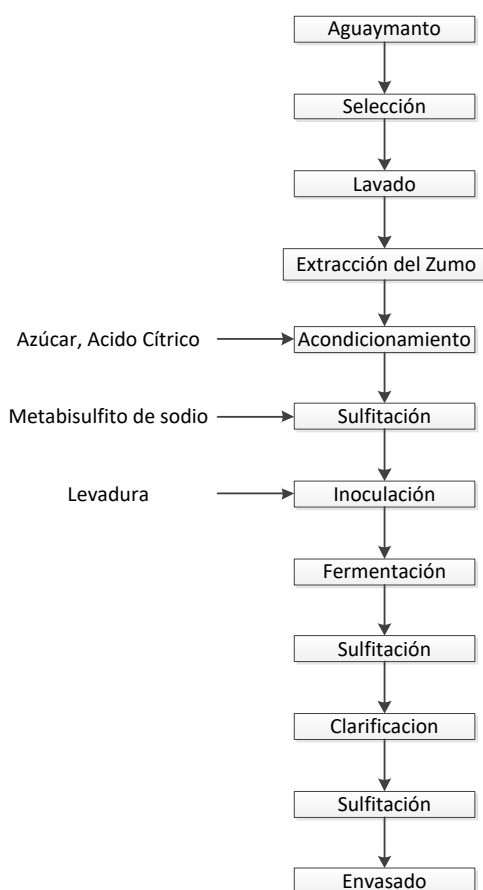


Figura 1. Esquema del proceso de elaboración de una bebida fermentada de aguaymanto

3. Diseño experimental

Se aplicó el diseño D-óptimo con dos variables numéricas y una categórica, las cuales se detallan a continuación: Concentración de Azúcar: 20 – 30 $^{\circ}$ C, Concentración de Levadura: 0.1 - 0.2 g/L, Levadura: *Saccharomyces cerevisiae* r.f. *cerevisiae* r.f. *bayanus* - *Saccharomyces cerevisiae*. Se usó el software Design Expert v 7.0, en cual permitió diseñar

la matriz experimental con un total de 16 tratamientos experimentales. Los resultados obtenidos se ajustaron a un modelo lineal o cuadrático según la significancia que nos reporte el software.

Resultados

1. Caracterización fisicoquímica del aguaymanto

Después de extraer la pulpa de la fruta, se procedió a su caracterización fisicoquímica, para poder realizar los cálculos correspondientes para preparar el mosto. Los análisis realizados a la pulpa fresca de aguaymanto se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1

Características fisicoquímicas de la pulpa de aguaymanto recién obtenida

Característica	Valor
pH	3,72±0.22
Acidez (mg de ácido cítrico/100mL de jugo)	1.714±0.101
Sólidos Solubles °Brix	12.5±0.321

Se observa que los valores obtenidos experimentalmente son propios de una fruta semi-ácida, con una acidez ligeramente alta (1,714) y un contenido en sólidos solubles de 13 % lo que indica que la fruta es ligeramente dulce; sin embargo, estos valores pueden variar dependiendo de la zona de cultivo dentro de la misma variedad y del grado de madurez que se encuentra cada uno de los frutos al momento de la caracterización, ya que el grado de madurez afecta el pH y la acidez del fruto.

2. Efecto de las variables independientes en la bebida fermentada de aguaymanto

Se presentan los resultados obtenidos para las diferentes variables dependientes según diseño experimental de D-óptimo.

a. Efecto de las variables independientes en el Porcentaje v/v de alcohol de la bebida fermentada de Aguaymanto

En la Tabla 2, se presentan el análisis de varianza para el % v/v de alcohol. Los resultados se ajustaron al modelo lineal. Como se puede observar en la Tabla, solo es estadísticamente significativo (95% de confiabilidad) el tipo de levadura (p-valor menor 0.05).

De la Figura 2, se puede observar que con la levadura *Saccharomyces cerevisiae r.f. cerevisiae r.f. bayanus* se obtiene 13.125 % (v/v) de alcohol y este contenido disminuye con la levadura *Saccharomyces cerevisiae* que se obtiene 10.5828 % (v/v)

Tabla 2

Análisis de Varianza para la variable dependiente Porcentaje (v/v) de alcohol de la bebida fermentada de Aguaymanto

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor F	p-valores Prob > F
Model	31.75	3	10.58	6.35	0.008
A-concentración de Levadura	5.41	1	5.41	3.25	0.0967
B-Brix	0.57	1	0.57	0.34	0.5698
C-Levadura	25.82	1	25.82	15.49	0.002
Residual	20	12	1.67		
Lack of Fit	19	10	1.9	3.8	0.2262
Pure Error	1	2	0.5		
Cor Total	51.75	15			

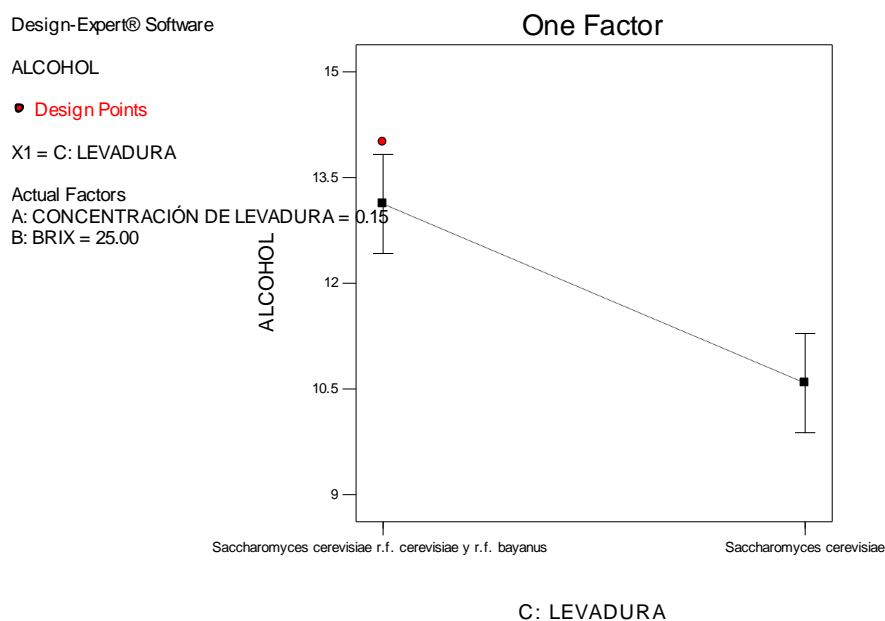


Figura 2. Efecto del tipo de levadura en el Porcentaje v/v de alcohol de la bebida fermentada de Aguaymanto

- b. Efecto de las variables independientes en la acidez de la bebida fermentada de Aguaymanto

En la Tabla 3, se presenta el análisis de varianza para la acidez. Los resultados se ajustaron al modelo lineal. Como se puede observar en la Tabla, solo es estadísticamente significativo (95% de confiabilidad) la concentración de azúcar (°Brix) (p-valor menor 0.05).

De la Figura 3, se puede observar que a 20°Brix se obtiene 0.9362 % de acidez y este contenido disminuye a 30 °Brix en el cual se obtiene 0.8772 % (v/v)

Tabla 3

Análisis de Varianza para la variable dependiente Acidez

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	c. Valor F	d. p-valores Prob > F
Model	0.010	3	3.476E-3	4.71	0.0215
A-Concentración de Levadura	4.093E-4	1	4.093E-4	0.55	0.4710
B-Brix	0.010	1	0.010	13.73	0.0030
C-Levadura	2.966E-4	1	2.966E-4	0.40	0.5382
Residual	8.865E-3	12	7.388E-4		
Lack of Fit	7.713E-3	10	7.713E-4	1.34	0.5014
Pure Error	1.152E-3	2	5.760E-4		
Cor Total	0.019	15			

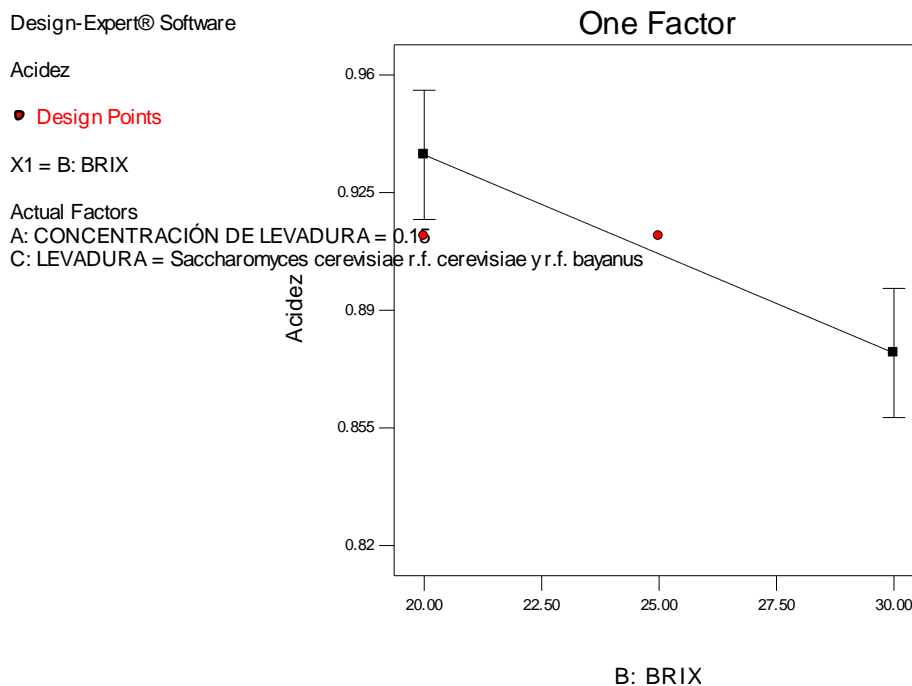


Figura 3. Efecto la concentración de azúcar (°Brix) en la acidez de la bebida fermentada de Aguaymanto

- e. Efecto de las variables independientes en el °Brix final de la bebida fermentada de Aguaymanto

En la Tabla 4, se presentan el análisis de varianza los °Brix finales. Los resultados se ajustaron al modelo cuadrático. Como se puede observar en la Tabla, las variables estadísticamente significativas (95% de confiabilidad) tenemos la Concentración de azúcar (°Brix), tipo de levadura y la interacción concentración de levadura y tipo de levadura (p-valor menor 0.05).

Como se puede observar en la Figura 4, a mayor concentración de azúcar mayor es valor de °Brix final de la bebida fermentada de aguaymanto.

En la Figura 5, se puede observar que para el tipo de levadura *Saccharomyces cerevisiae* r.f. *cerevisiae* y r.f. *bayanus* se obtuvo un °Brix final de 10.33 y para la levadura *Saccharomyces cerevisiae* se obtuvo un °Brix final de 12.53

En la figura 6, se puede ver la interacción entre el tipo y concentración de levadura i como afectan conjuntamente en los °Brix final de la bebida fermentada, en el cual se puede observar para el tipo *Saccharomyces cerevisiae*, a mayor concentración, hace disminuir de 13.87 °Brix hasta 12.28 °Brix. Para el caso de *Saccharomyces cerevisiae* r.f. *cerevisiae* y r.f. *bayanus* la concentración no afecta en los °Brix finales.

Tabla 4
 Análisis de Varianza para la variable dependiente Acidez

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor F	p-valores Prob > F
Model	397.44579	8	49.681	173.140	< 0.0001
A-Concentración de Levadura	0.97741	1	0.977	3.406	0.1075
B-Brix	286.76646	1	286.766	999.395	< 0.0001
C-Levadura	19.17338	1	19.173	66.820	< 0.0001
AB	0.89130	1	0.891	3.106	0.1214
AC	2.80870	1	2.809	9.788	0.0166
BC	0.49652	1	0.497	1.730	0.2298
A^2	0.58852	1	0.589	2.051	0.1952
B^2	1.36010	1	1.360	4.740	0.0659
Residual	2.00858	7	0.287		
Lack of Fit	1.19858	5	0.240	0.592	0.7249
Pure Error	0.81000	2	0.405		
Cor Total	399.45438	15			

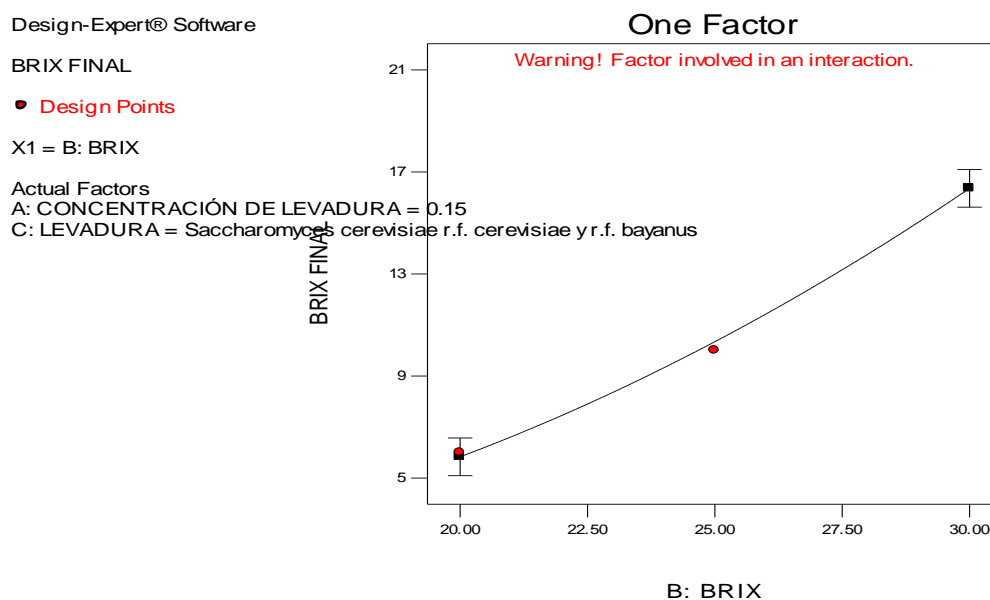


Figura 4. Efecto la concentración de azúcar (°Brix) en los °Brix final de la bebida fermentada de Aguaymanto

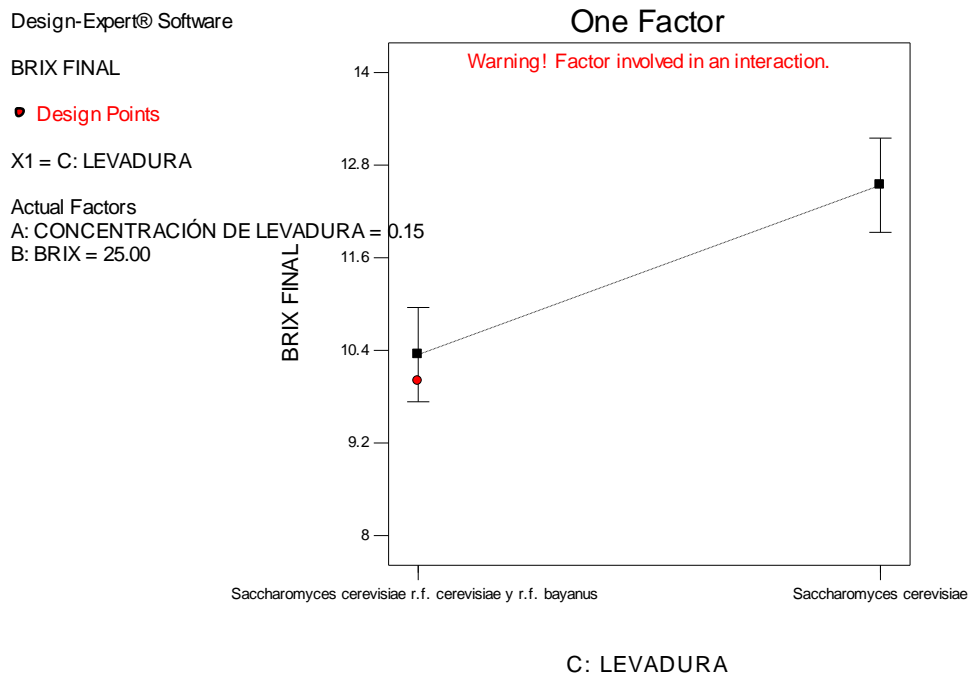


Figura 5. Efecto del tipo de Levadura en el °Brix Final de la bebida fermentada de Aguaymanto

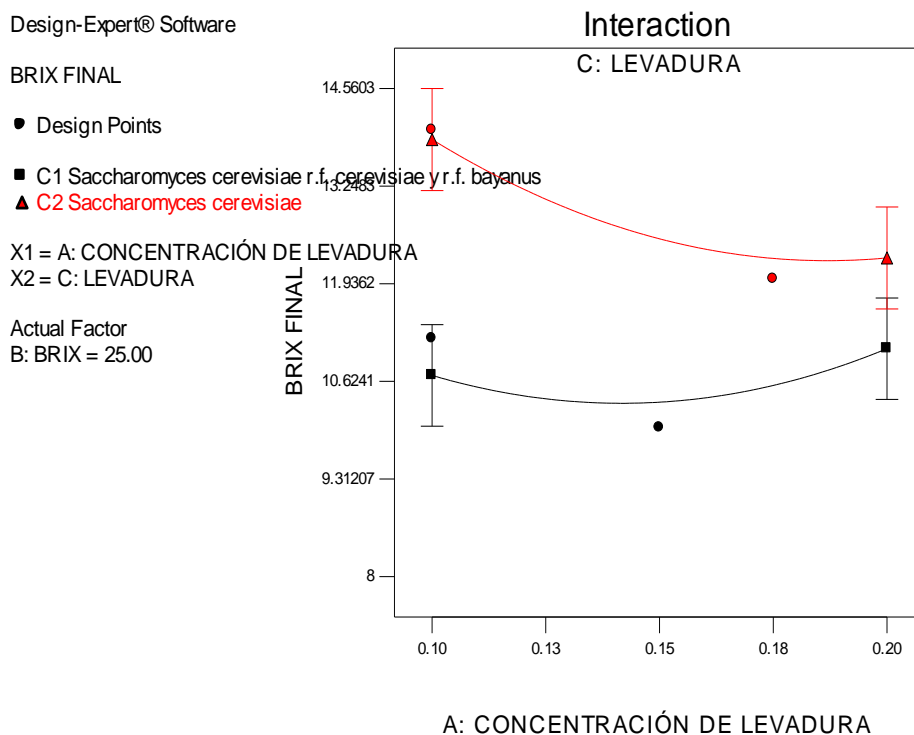


Figura 6. Efecto del tipo y concentración de Levadura en el °Brix Final de la bebida fermentada de Aguaymanto

- f. Efecto de las variables independientes en el sabor de la bebida fermentada de Aguaymanto

En la Tabla 5, se presentan el análisis de varianza los °Brix finales. Los resultados se ajustaron al modelo cuadrático. Como se puede observar la Tabla, las variables estadísticamente significativas (95% de confiabilidad) tenemos la Concentración de

azúcar (°Brix), tipo de levadura y la interacción concentración de levadura y tipo de levadura (p-valor menor 0.05).

Como se puede observar en la Figura 7, a mayor concentración de azúcar, el Sabor de la bebida fermentada de aguaymanto es más agradable.

En la Figura 8, se puede observar que para el tipo de levadura *Saccharomyces cerevisiae* obtuvo mayor calificación en sabor con respecto a la levadura *Saccharomyces cerevisiae* r.f. *cerevisiae* y r.f. *bayanus* obtuvo menor calificación.

En la Figura 9, se puede ver la interacción entre el tipo y concentración de levadura y como afectan conjuntamente en el sabor de la bebida fermentada, en el cual se puede observar para una misma concentración de 0.1 % se obtuvo mayor calificación para el tipo *Saccharomyces cerevisiae*, y este valor disminuye cuando se aumenta la concentración, caso contrario para la el tipo *Saccharomyces cerevisiae* r.f. *cerevisiae* y r.f. *bayanus* la calificación se incrementa y tiende a igualarse en calificación a la *Saccharomyces cerevisiae*.

Tabla 5
 Análisis de Varianza para la variable dependiente Sabor

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor F	p-valores Prob > F
Model	55.89	6	9.32	74.35	< 0.0001
A-Concentración de Levadura	3.377E-3	1	3.377E-3	0.027	0.8732
B-brix	45.74	1	45.74	365.04	< 0.0001
C-Levadura	3.03	1	3.03	24.21	0.0008
AB	0.44	1	0.44	3.48	0.0949
AC	2.59	1	2.59	20.70	0.0014
BC	0.38	1	0.38	3.01	0.1168
Residual	1.13	9	0.13		
Lack of Fit	1.04	7	0.15	3.55	0.2372
Pure Error	0.084	2	0.042		
Cor Total	57.02	15			
Model	55.89	6	9.32	74.35	< 0.0001
A-Concentración de Levadura	3.377E-3	1	3.377E-3	0.027	0.8732

Design-Expert® Software

Sabor

● Design Points

X1 = B: BRIX

Actual Factors

A: CONCENTRACIÓN DE LEVADURA = 0.15

C: LEVADURA = *Saccharomyces cerevisiae* r.f. *cerevisiae* y r.f. *bayanus*

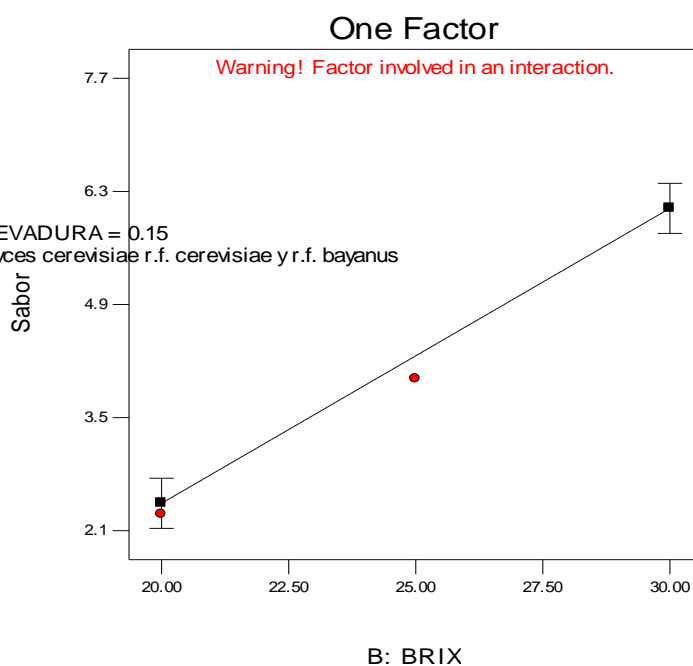


Figura 7. Efecto de la concentración de azúcar (°Brix) en Sabor de la bebida fermentada de Aguaymanto

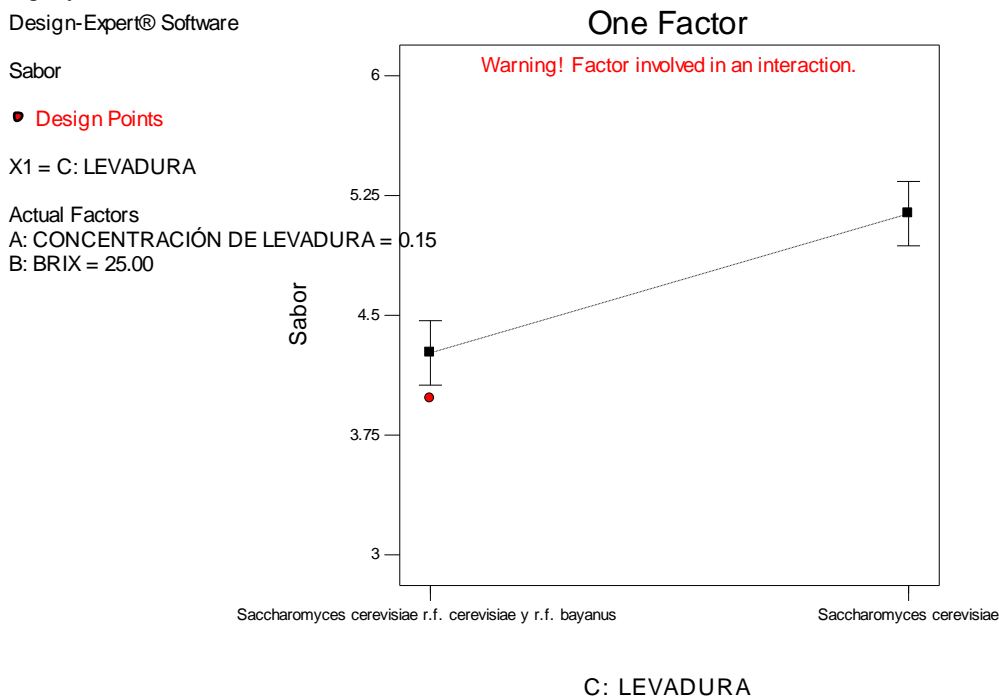


Figura 8. Efecto del tipo de levadura en Sabor de la bebida fermentada de Aguaymanto

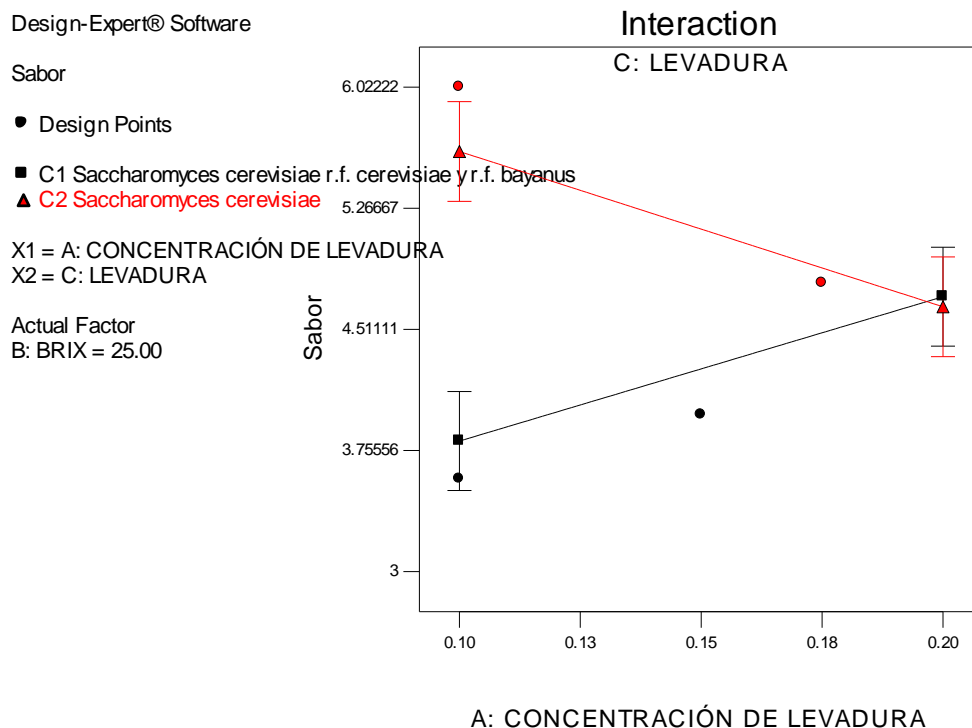


Figura 9. Efecto del tipo y concentración de Levadura en el sabor de la bebida fermentada de Aguaymanto

- g. Efecto de las variables independientes en la apariencia general de la bebida fermentada de Aguaymanto

En la Tabla 6, se presentan el análisis de varianza los °Brix finales. Los resultados se ajustaron al modelo cuadrático. Como se puede observar en la Tabla, las variables

estadísticamente significativas (95% de confiabilidad) tenemos la Concentración de azúcar (°Brix) (p-valor menor 0.05).

Como se puede observar en la Figura 10 a mayor concentración de azúcar, la apariencia general de la bebida fermentada de aguaymanto aumenta su calificación, es decir es más agradable.

Tabla 6
Análisis de Varianza para la variable dependiente Apariencia general

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor F	p-valores Prob > F
Model	11.67	8	1.46	8.10	0.0061
A-Concentración de Levadura	0.26	1	0.26	1.43	0.2713
B-Brix	3.94	1	3.94	21.87	0.0023
C-Levadura	0.96	1	0.96	5.36	0.0538
AB	0.080	1	0.080	0.45	0.5258
AC	0.10	1	0.10	0.57	0.4738
BC	0.050	1	0.050	0.28	0.6139
A^2	2.03	1	2.03	11.28	0.0121
B^2	0.011	1	0.011	0.062	0.8110
Residual	1.26	7	0.18		
Lack of Fit	0.99	5	0.20	1.47	0.4524
Pure Error	0.27	2	0.13		
Cor Total	12.93	15			

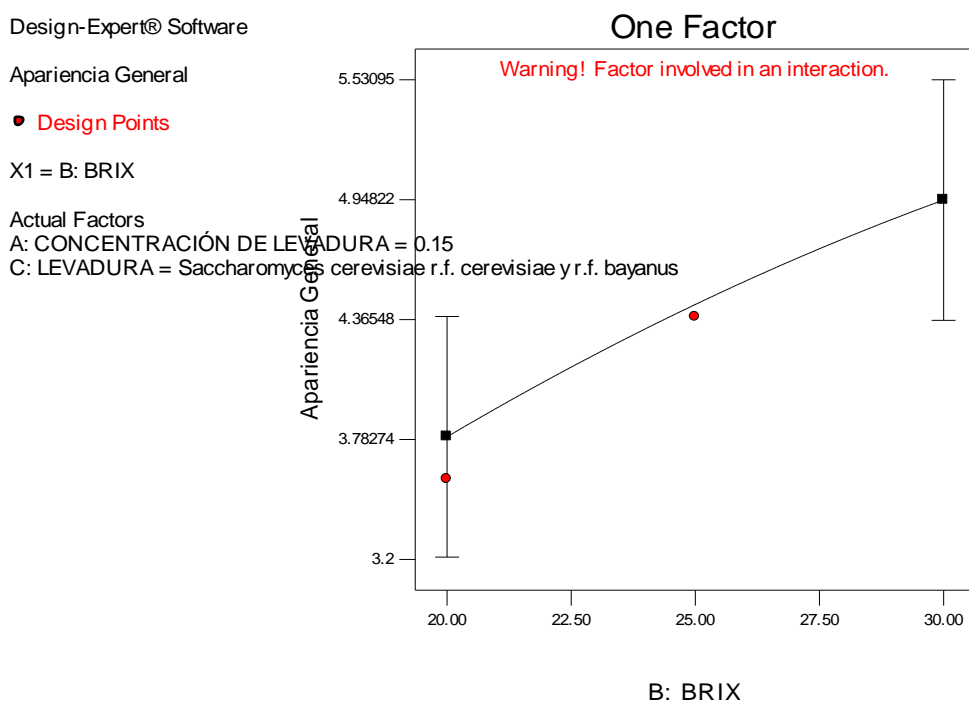


Figura 10. Efecto de la concentración de azúcar (°Brix) en la apariencia general de la bebida fermentada de Aguaymanto

- h. Determinación de los parámetros óptimos de una bebida fermentada de aguaymanto

En la Tabla 7, se encuentran los criterios que sirvieron para optimizar los parámetros en la elaboración de una bebida fermentada de aguaymanto.

En la Tabla 8, se presentan los resultados óptimos de los parámetros los cuales se obtuvieron por la metodología de función deseada del software Design Expert v.7, que permite optimizar múltiples respuestas.

Una vez realizado la parte experimental se procedió a validar los resultados por lo que se hizo una nueva prueba experimental. Obteniendo valores muy próximos por lo cual se podría decir que nuestro modelo fue validado experimentalmente (Ver Tabla 9).

Tabla 7
Criterios de optimización para múltiples respuestas según metodología de función deseada.

Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit
Concentración de levadura	is in range	0.1	0.2
Brix	is in range	20	30
Levadura	is in range	Saccharomyces cerevisiae r.f. cerevisiae y r.f. bayanus	Saccharomyces cerevisiae
Alcohol	is target = 13	9	15
Acidez	minimize	0.822	0.948
Brix final	is target = 13	6	20.2
Sabor	maximize	2.3	7.633333333
Apariencia general	maximize	3.588888889	6.888888889

Tabla 8
Resultados obtenidos según metodología de función deseada.

Concentración de levadura	Brix	Levadura	Alcohol	Sabor	Acidez	Apariencia general
0.2	28	Saccharomyces cerevisiae	12.6359	5.166	0.87609	5.70394
0.1	28	Saccharomyces cerevisiae	12.6441	5.226	0.87499	5.72449

Tabla 9
Resultados de la validación experimental

Concentración de levadura	Brix	Levadura	Alcohol	Sabor	Acidez	Apariencia general
0.2	28	Saccharomyces cerevisiae	12	5.4	0.887	5.954
0.1	28	Saccharomyces cerevisiae	13	5.6	0.868	5.412

Discusión

De la Tabla 1, se observa que los valores obtenidos experimentalmente son propios de una fruta semi-acida, con una acidez ligeramente alta y un contenido en sólidos solubles de 12.5 % lo que indica que la fruta es ligeramente dulce; sin embargo, estos valores pueden variar dependiendo de la zona de cultivo dentro de la misma variedad y del grado de madurez que se encuentra cada uno de los frutos al momento de la caracterización, porque el grado de madurez afecta el pH y la acidez.

En la Figura 2, se puede observar que la variación de acidez se debe a que durante la fermentación alcohólica se forman pequeñas cantidades de ácido láctico, ácido acético, ácido succínico y ácido galacturónico. Esta se puede encontrar en dos formas que es: disociada (cuando el ion hidrogeno se separa del ácido y se puede medir de forma separada) y no disociada (cuando el ácido esta simplemente disuelto). Así mismo, durante la fermentación alcohólica a temperatura controlada

se produce una pérdida de ácido tartárico que precipita en forma de bitartrato de potasio y de calcio y se elimina con las lías de fermentación. (Seung-Joo, L., 2006)

El grado alcohólico que se obtuvo en las bebidas coincidió con lo esperado, porque la fermentación alcohólica se realizó a temperatura controlada y con levaduras seleccionadas. El alcohol en una bebida alcohólica se obtiene de la fermentación de los azúcares naturales presentes en el mosto, el cual representa alrededor del 15 % al 24 % del peso del mosto. Durante el proceso de fermentación aproximadamente la mitad del peso del azúcar se transforma en alcohol, y existe un balance entre el contenido de dióxido de carbono. En este trabajo, se pretendía obtener dos bebidas con un grado alcohólico en torno a 12,5 % (v/v), similar a los vinos blancos jóvenes, que pudiera responder al gusto de nuevos consumidores que demandan bebidas de menor graduación alcohólica, lo que permitiría al sector abrir otros mercados alternativos a los habituales (Machado de Castilhos, M. 2013).

El pH indica la fuerza de los ácidos del vino, y tiene gran importancia para la estabilidad; el pH de un vino se sitúa entre 2.8 y 3.8, el vino es muy sensible por lo cual las alteraciones de origen microbiano se desarrollan fácilmente. Cuando el pH toma un valor superior a 3.4 o 3.5, el vino es muy susceptible a alteraciones de origen microbiano. Y cuando el pH es inferior a 3.1 es muy desfavorable para el desarrollo de la fermentación manoláctica.

Conclusiones

El tipo de levadura y su concentración tuvo un efecto determinante en el tiempo de fermentación, así mismo, influyo en las características fisicoquímicas y organolépticas de la bebida fermentada. El mejor tratamiento que permitió obtener una bebida alcohólica de buenas características organolépticas es tipo de levadura *saccharomyces cerevisiae* a una concentración de 0.1 % y concentración inicial de azúcar de 29 °Brix.

Referencias

- Acosta, C. (2012). *Evaluación de la fermentación alcohólica para la producción de hidromiel* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia].
- Angulo, R. (2005). *Uchuva: el cultivo*. Bogotá: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Arozarena, I. (2010). *Tecnología de elaboración de vinos de frutas*. Universidad Pública de Navarra (España), Ambato.
- Arthey, D. y Ashurt, P. (1999). *Procesos de conservación de alimentos*. Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España. 273p.
- Bernal de Ramírez, I. (1993). *Análisis de alimentos*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Bogotá, Colombia.
- Bisson, L. (2001). *The alcoholic fermentation*. University of California.
- Blouin, J., & Peynaud, É. (2003). *Enología práctica: conocimiento y elaboración del vino*. Madrid: Grupo Mundi-Prensa.
- Botero, A. (2009). *Aplicación de la ingeniería de matrices en el desarrollo de uchuva mínimamente procesada fortificada con calcio, vitamina C y E*. Universidad de Antioquia, Medellín.
- Brito, D. (2002). *Agro exportación de productos no tradicionales. Productores de uvilla para exportación*. Fundación Aliñambi.
- Bujan, J. (2003). *Guía de la Nueva Cultura del Vino*. Barcelona: Rubes Editorial S. L.
- Cabrera, S., Cuenca, M., Quicazan, M. (2012). Efecto de la proporción de pulpa en el mosto para la producción de bebida alcohólica de guayaba (*Psidium guajava*). *Vitae*, 19(1). 246-248.
- Casp, A. (2003). *Procesos de conservación de alimentos*. Madrid: A. Madrid Vicente.
- Cruzat R, Honorato C. (2010). Resultados y lecciones en cultivo de Golden Berry (*Physalis peruviana L.*) en la zona central de Chile. *Fundación para la Innovación Agraria (FIA)* (90) 1-58.
- Donath, E. (1992). *Elaboración artesanal de frutas y hortalizas*. Zaragoza. Barcelona. España.
- El Sheikha, A. F., Zaki, M. S., Bakr, A. A., El Habashy, M. M., & Montet, D. (2010). Biochemical and sensory quality of physalis (*Physalis pubescens L.*) juice. *Journal of Food Processing and Preservation*, 34(3), 541-555.

- FAO. (2006). *Uchuva (Physalis peruviana L.). Fichas técnicas*.
http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/UCHUVA.HTM#a2>.
- Gastelum, D. (2012). *Demanda nutrimental y manejo agronómico de Physalis peruvianum L.* [Tesis de maestría en ciencias, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas].
- Hidalgo, J. (2002). *Tratado de enología (Vol. 1)*. Ediciones Mundi-Prensa.
http://www.captura.uchile.cl/bitstream/handle/2250/14392/PUENTE_2011.pdf?sequence=1
- Hühn, T. (1999). *The influence of microorganisms in winemaking*. Scientific and Technical Information.
- Jacques, K. A., Lyons, T. P., & Kelsall, D. R. (2003). *The alcohol textbook*. Nottingham: Nottingham University Press.
- Jang-Eun, L., Hyeon-Wee, K., Sung-Soo, K. & Kyung-Hee, K. (2006). Development of Korean red wines using *Vitis labrusca* varieties: instrumental and sensory characterization. *Food Chemistry*, 94(3), 385–393.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.11.035>
- Jurado Lopez, S., y Sarzosa Pazmiño, X., (2009). *Estudio de la cadena agroindustrial de la cabuya en la producción de miel y licor de cabuya* [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1693>
- Madigan, M. T. (2004). *Brock. Biología de los microorganismos*. 10 a. ed., Madrid-España. Pearson Educación, S. A.
- Madriñan, P. (2010). *Caracterización morfológica de accesiones de Physalis peruviana L. del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia].
- Maurício Bonatto Machado de Castilhos, M. B., Gonçalves Cattelan, M., Conti-Silva, A.C. y Del Bianchi, V. L. (2013). Influence of two different vinification procedures on the physicochemical and sensory properties of Brazilian non-*Vitis vinifera* red wines, *LWT - Food Science and Technology*, 54(2), 360-366.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.06.020>
- Mercedez Ferreyra, M. (2006). *Estudio del proceso biotecnológico para la elaboración de una bebida alcohólica a partir de jugo de naranjas* [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de estaValencia].
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/1933/tesisUPV2468.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Nieto, H. (2009). Evaluación de las condiciones de la fermentación alcohólica utilizando *Saccharomyces cerevisiae* y jugo de caña de azúcar como sustrato para obtener etanol [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica del Ejército].
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/990/1/T-ESPE-026782.pdf>
- Novoa, R. H., Bojacá, M., Galvis, J. A., & Fischer, G. (2006). La madurez del fruto y el secado del cáliz influyen en el comportamiento poscosecha de la uchuva, almacenada a 12 °C (*Physalis peruviana L.*) *Agronomía Colombiana*, 24(1), 68-76.
<http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/121543>
- Puente, L. A., Pinto-Muñoz, C. A., Castro, E. S., & Cortés, M. (2011). *Physalis peruviana* Linnaeus, the multiple properties of a highly functional fruit: A review. *Food Research International*, 44(7), 1733-1740.
<http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/121543>
- Ramadan Hassanien, M F. (2011). Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of Cape gooseberry (*Physalis peruviana L.*). *Food Research International*, 44(7), 1830-1836. DOI: 10.1016/j.foodres.2010.12.042.
- Recalde Rodas, D. (2010). *Elaboración de una bebida alcohólica de jícama (Smallanthus sonchifolius) y manzana (Pyrus malus L)* [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional].
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2465>

- Repo de Carrasco, R., y Encina Zelada, C. R. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 74(2), 108-124.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2008000200004&script=sci_abstract
- Restrepo Duque, A. M., Cortés R, M., y Suarez M, H. (2009). Evaluación sensorial de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) y uchuva (*Physalis peruviana* L.) fortificada con vitamina E. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 61(2), 2267 – 2275.
<https://www.redalyc.org/pdf/1799/179915376019.pdf>
- Restrepo, D. (2008). *Nuevas perspectivas de consumo de frutas: Uchuva (Physalis peruviana L.) y fresa (Fragaria vesca L.) mínimamente procesadas fortificadas con vitamina E* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]
- Rop, O., Mlcek, J., Jurikova, T., y Valsikova, M. (2012). Bioactive content and antioxidant capacity of Cape gooseberry fruit. *Central European Journal of Biology*, 7(4), 672-679.
DOI: 10.2478/s11535-012-0063-y
- Torres Nuñez, J. (2011). *Elaboración del néctar de uvilla (Physalis peruviana L.), utilizando sacarina, dos concentraciones de estabilizante y dos tiempos de pasteurización* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte].
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/754>
- Vallejo Imbaquingo, R. (2011). *Estudio tecnológico para la elaboración de vino de carambola (Averrhoa carambola)* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica Equinoccial].
<http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/4918>
- Ward., O. (1989). *Biología de la fermentación*. Zaragoza: Editorial Acribia, S. A. pp. 17-45, 81-83, 133-144.
- Yúfera, E. P. (1998). *Química de los Alimentos*. Madrid: Editorial SINTESIS.
- Zamora S, J. D. (2007). Antioxidantes: micronutrientes en lucha por la salud. *Revista Chilena de Nutrición*, 34(1), 17-26.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182007000100002>