



Efecto del vacío en la absorbancia y el grado alcohólico en dos tipos de “Chicha de Jora”

Effect of vacuum in absorbance and alcoholic strength in two types of “Chicha de Jora”

Luis Bartolo*, Julissa Cabellos, Alicia Gavidia, Carlos Hoyos

Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agropecuarias (Universidad Nacional de Trujillo) Av. Juan Pablo II s/n, Ciudad Universitaria, Trujillo Perú.

Recibido 18 de diciembre 2013. Aceptado 25 de diciembre 2013.

RESUMEN

En las últimas décadas, la industria de las bebidas alcohólicas se ha intensificado debido a la demanda del mercado peruano, para ello es necesario el uso de técnicas industriales que nos sirvan para optimizar la obtención de bebidas cada vez más puras. Para esto se hace evidente el manejo correcto de variables que influyen en una destilación, tales como el tipo de bebida fermentada, presión de vacío, grado alcohólico y absorbancia.

En el presente trabajo, se utilizó la chicha de jora, la cual es una bebida fermentada, principalmente de maíz, a la muestra de chicha se colocó en el equipo de destilación, siendo evaluadas las siguientes variables: presión, tipo de chicha y grado alcohólico. Asimismo se utilizó el líquido destilado de la chicha de jora, en la que se evaluó el efecto de la presión (385-760 mmHg) y el tipo de chicha (blanca y oscura), sobre la absorbancia y el grado alcohólico de las muestras. Para el procesamiento de los datos obtenidos se ingresaron los valores en Microsoft Excel, luego para obtener un modelo experimental en el programa DATAFIT, el mismo que nos dio una ecuación exponencial de la siguiente forma: $y = \exp(a \cdot x_1 + b \cdot x_2 + c \cdot x_3 + d)$, en la misma que la variable dependiente es la absorbancia.

Por lo cual se ha encontrado que si existe una relación entre presión, grado alcohólico, tipo de chicha obteniendo una tendencia negativa en el modelo.

Palabras clave: Chicha de Jora, modelación, absorbancia, vacío, grado alcohólico.

ABSTRACT

In recent decades, the alcohol industry has intensified due to the demand of the Peruvian market, for which the use of industrial techniques that help us to optimize the production of pure drinks increasingly necessary. For this the correct handling of variables that influence a distillation, such as the type of fermented beverage, vacuum pressure, alcohol content and absorbance is evident.

In this paper, the chicha was used, which is a fermented beverage, mainly maize, the sample chicha was placed in the distillation equipment being assessed the following variables: pressure, type of chicha and alcoholic. Also the distilled liquid chicha, in which the effect of pressure (385-760 mmHg) and the type of chicha (white and dark) on the absorbance and the alcoholic strength of the samples was evaluated was used. For the processing of the data values in Microsoft Excel, then an experimental model for the DataFit, the same program that gave us an exponential equation is entered as follows: $y = \exp(a \cdot x_1 + b \cdot x_2 + c \cdot x_3 + d)$, the same as the dependent variable is the absorbance.

Therefore it has been found that if there is a relationship between pressure, alcohol content, and type of chicha getting a negative trend in the model.

Keywords: “Chicha de Jora”, modeling, absorbance, empty alcoholic.

*Autor para correspondencia.
Email luis_bartolo7@hotmail.com (L. Bartolo)

1. Introducción

La chicha es una bebida artesanal y ancestral que se elabora en el Perú desde tiempos pre-incaicos. Los quechuas llamaban «aqha» o «aswa» a la bebida fermentada de maíz, en lengua aymara se conoce como «kusa» y en lengua moche, es conocida como «cutzhio», «cochi» o «kocho» (Zapata, 2006).

Según Cavero (1986), en la región andina, el maíz ha tenido siempre un profundo significado religioso y mágico, y la chicha ha jugado un papel en los ritos de fertilidad. La chicha se utiliza para inducir el "dios del trueno" para enviar la lluvia, y también fue utilizado en festivales de sol y la cosecha. Incluso hoy en día, la fabricación de chicha es una actividad importante o actividad comunitaria y la bebida se consume principalmente por los indígenas durante las festividades religiosas y agrícolas y durante eventos familiares y sociales importantes. Además según Jennings (2005) la chicha de jora es una bebida fermentada de maíz de los países andinos tradicionalmente utilizado por los incas en varios eventos, como los ritos religiosos y de fertilidad y grandes fiestas. Un festival anual especial designado el Kayova (Cayua) se dedica a la producción de chicha en el Perú. Este festival se lleva a cabo en enero en el inicio de la cosecha de maíz. Para León (2010), es elaborada artesanalmente en muchas partes del Perú especialmente en la costa norte, como en el distrito de Catacaos, en Piura, así como en los pueblos andinos, especialmente Cusco y Arequipa. En el mercado nacional, se evidencia diferentes variedades de color de chicha, ya que se usan diversos cereales para su producción. Según Vallejo *et al.* (2013), aunque la chicha se puede preparar usando varios cereales y frutas, fermentados o no, y hay varias maneras de fermentar el maíz para producir chicha, uno de los más comunes en el Perú es la utilizada para preparar "chicha de jora".

Según León (2010) la chicha de jora es una bebida alcohólica que se obtiene por fermentación natural de la materia azucarada contenida en el mosto de malta de maíz, con un contenido alcohólico de 9% en volumen. Asimismo según FAO (2005), la chicha de jora es una bebida alcohólica clara amarillenta efervescente, preparada a partir de maíz. Tiene un sabor similar a la de la sidra. La chicha ha sido consumida por los indígenas andinos desde hace siglos. Cuando se prepara a partir de las variedades de maíz pigmentadas, su color varía de rojo a púrpura. El contenido alcohólico de chicha varía entre 2 y 12 por ciento (v / v).

La producción tradicional de la chicha de jora es un proceso de fermentación algo único en el que la saliva sirve como la fuente de la amilasa para la conversión de almidón en azúcares fermentables. El malteado (germinación) de granos de maíz para producir la amilasa requerida para la conversión de almidón es un procedimiento alternativo que se utiliza ampliamente en el procesamiento moderno. Con frecuencia la salivación se combina con el malteado para producir chicha (Steinkraus, 1996)

El presente trabajo tiene por objetivo determinar la influencia de la presión durante la destilación, en el grado alcohólico del destilado y la absorbancia, y así encontrar los parámetros necesarios para obtener una bebida destilada más comercial como son el pisco, ron, vodka, etc. Además, de obtener un producto con un mejor aspecto y un mayor valor agregado.

2. Materiales y métodos

Materiales

Muestra: Chicha de Jora adquirida en la central de abastos "El Mayorista", en la provincia de Trujillo, región La Libertad. Se adquirió tanto chicha blanca, la cual es elaborada con maní, y chicha oscura, la cual es elaborada con maíz.

Equipo de destilación: Bomba de vacío (modelo DOA-P504-BN, marca Gast), 1 balón de 1000 ml, 1 balón de 500 ml, 1 evaporador, 1 condensador, 2 mangueras para conexión al condensador, 1 probeta de 100 ml, 1 termómetro, 1 cocina eléctrica. Espectrofotómetro 4802 UV/VIS Spectrophotometer, 13 celdas de plástico estándar para espectrofotometría de 2,5 ml de capacidad, 1 alcoholímetro.

Metodología

La chicha de jora elaborada artesanalmente se procesó conforme mostrado en la Figura 1 utilizando el equipo de destilación que aparece en la Figura 2.

Determinación de grado alcohólico

El grado alcohólico es el porcentaje de alcohol dentro de un producto líquido. Para realizar la medición se utilizó un alcoholímetro.

Además se interpreta como el volumen de alcohol dividido entre el volumen total del producto líquido.

Determinación de absorbancia

Para realizar esta medición se utiliza un espectrofotómetro, el cual sirve para medir en función de la longitud de onda, la relación entre valores de una misma magnitud fométrica relativos a dos haces de radiaciones y la concentración o reacciones químicas que se miden en una muestra. Para determinar la absorbancia se utilizó el espectrofotómetro 4802 UV/VIS Spectrophotometer, en el cual se colocaron las cubetas de plástico con el líquido destilado, utilizamos para esta práctica una longitud de onda patrón de 680 nm, de manera digital se obtienen los resultados de absorbancia.

Diseño estadístico

Después de la obtención de datos, se utilizó el programa EXCEL para lograr comparar el diferente tipo de chichas de

acuerdo a su absorbancia y a su grado alcohólico en comparación a la presión.

Para el procesamiento de datos se utilizó el programa DATA FIT, en el cual se colocaron los valores de las siguientes variables: tipo de chicha (1,2); presión (385-760 mmHg); grado alcohólico. Una vez que se han colocado los datos, se procede a obtener el efecto de estas 3 variables en la absorbancia. Con la ayuda de este programa se podrá obtener un modelo adecuado para el análisis de estas variables. Donde el modelo que más se ajusta es un modelo exponencial, con un coeficiente de regresión aceptable ya que fue un 93.43 y también se analizaron los datos con un nivel de confianza de 95 %.



Figura 1. Equipo de destilación simple.

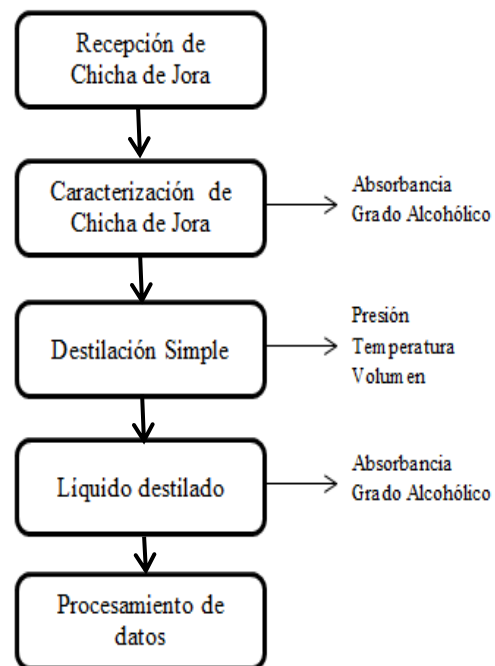


Figura 2. Flujoograma experimental.

3. Resultados y discusión

El grado alcohólico inicial de la chicha de jora blanca (CJB) fue de 5°GL, mientras que de la oscura (CJO) fue de 3°GL. Asimismo la absorbancia inicial para la CJB, a una longitud de onda de 680 nm, fue de 1,833; mientras que para la CJO, a la misma longitud de onda fue de 1,942.

Luego después de aplicado el proceso de destilación discontinua, el cual nos permitirá lograr la purificación de los muestras analizar (Acosta *et al.*, 2010), asimismo el mismo autor indica que los componentes “puros” son obtenidos como producto en el orden de incremento en el punto de ebullición; a los 2 tipos de chicha se obtuvieron los siguientes resultados.

En la tabla 1, se puede observar como a un vacío de -0,2 bar se obtiene la menor temperatura de ebullición para CJO, mientras que para CJB la menor temperatura de ebullición se logra a -0,5 bar.

Vemos también como a menor presión mayor es la cantidad de alcohol en el destilado, lo que nos permite inducir que existe una relación inversamente proporcional entre estas variables. De manera opuesta sucede con la absorbancia, ya que como se puede observar en la tabla a mayor presión menor es la absorbancia. Esto debido a que a mayor vacío, mayor será el porcentaje de grado alcohólico en el destilado; por lo que la concentración será menor y por ende la longitud de onda ingresara a la muestra con mayor

facilidad, permitiéndonos obtener mayor diferenciación entre una y otra absorbancia para cada muestra.

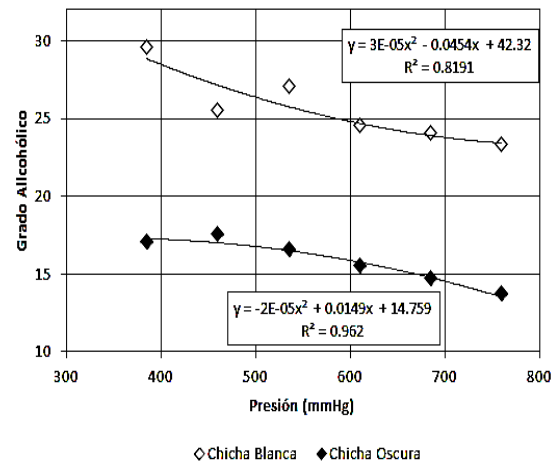


Figura 3. Efecto de la presión en el grado alcohólico de la CJO y CJB.

La figura 1 nos muestra gráficamente cómo influye la presión en el grado alcohólico (GA) de la CJB y la CJO; arrojándonos que conforme disminuye la presión, aumenta el GA en cada chicha analizada, Se comprueba de esta manera la relación inversa que hay entre estas variables. El mayor porcentaje de GA para la chicha blanca (30°GL), se obtiene a una presión de 400 mmHg. Mientras que para la CJO el mayor porcentaje de grado alcohólico se logró también a 400 mmHg, pero solo se logró alcanzar 17°GL aproximadamente.

En la figura 1 también vemos como el mejor modelo de regresión se ajusta para la CJO, ya que su coeficiente de determinación (R^2) es de 0,92; mientras que la de la CHB es de 0,81.

Tabla 1. Comparación de la absorbancia, GL en la presión de las chichas

Presión (bar)	CHICHA OSCURA			CHICHA BLANCA		
	T° Ebullición	G.L	Absorbancia	T° Ebullición	G.L	Absorbancia
385	79	14,67	0,0107	64	23,33	0,0197
460	76	15,00	0,0070	74	22,33	0,0160
535	75	14,67	0,0040	70	22,33	0,0193
610	65	14,00	0,0077	74	24,33	0,0110
685	75	14,67	0,0033	76	21,33	0,0143
760	78	13,67	0,0027	86	27,33	0,0127

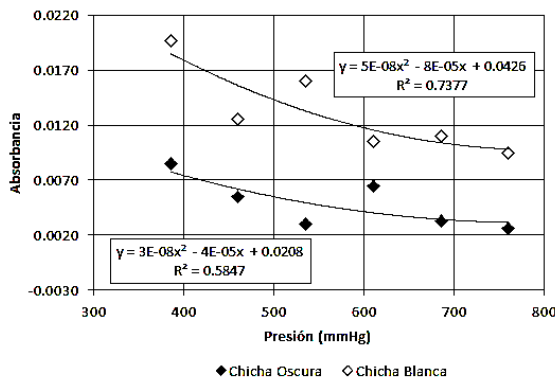


Figura 4. Efecto de la presión en la absorbancia de la CJO y CJB.

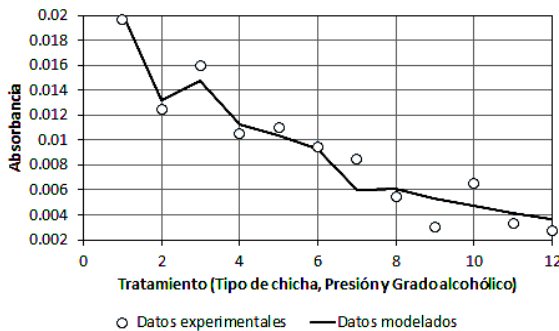


Figura 5. Efecto del tipo de chicha, presión y grado alcohólico en la absorbancia.

Con la presente figura comprobamos como la presión influye de manera inversa en la absorbancia de los dos tipos de chichas analizadas, Resultando que la chicha de jora blanca presenta mayor absorbancia que la CJO; esto debido a la intensidad y diferenciación tan marcada de color que hay entre una y otra chicha. Además vemos como para la CJO el R^2 es mucho menor que para la otra muestra, pero ninguna llega al rango que describe Hour (1980) quien afirma que un coeficiente de determinación mayor de 0,85 permite predecir la respuesta con una amplia confianza de corrección en el modelado. Una vez colocado los datos en el programa DATA FIT obtuvimos diferentes modelos, pero el que mayor porcentaje de aceptación fue:

$$Y = \exp(a*x1+b*x2+c*x3+d) \dots \quad (1)$$

Donde x_1 es el tipo de chicha (blanca y oscura), x_2 es la presión absoluta, x_3 es el grado alcohólico e Y es la absorbancia; de lo cual obtuvimos la ecuación (1) y la siguiente gráfica.

En la figura 5, se observa una tendencia negativa en la relación entre tipo de chicha, presión, grado alcohólico y absorbancia. Para esta figura en el eje x, se optó por unir a las variables independientes, con lo cual resulta evidente el efecto del tratamiento en la absorbancia. Es decir mientras que al tratamiento 1, al que le corresponde chicha blanca, 385 mmHg y 29,5 °GL tiene un efecto mayor en la absorbancia que el tratamiento 12, al que le corresponde chicha oscura, 760 mmHg y 13,67 °GL.

Hemos obtenido los siguientes datos en el programa DATAFIT, que son los siguientes: Coeficiente de Determinación múltiple (R^2) es igual a 0,9344. Proporción de Varianza explicada es igual a 93,4393% y Coeficiente de determinación múltiple ajustado (R_a^2) es igual a 0,90979, además el Estadístico Durbin - Watson es igual a $d=2,58602$. Por lo tanto $d > 2$, los términos de error sucesivas son, en promedio, muy diferente en valor el uno del otro, es decir, correlacionada negativamente. En las regresiones, esto puede implicar una subestimación del nivel de significación estadística.

Tabla 2. Coeficiente de regresión de chicha.

Variable	Valor	Standard Error	t-ratio	Prob(t)
a	3,71E-04	0,4791	0,0008	0,9994
b	-4,42E-04	7,99E-04	-0,554	0,5948
c	9,69E-02	4,49E-02	2,1596	0,0628
d	-6,5938	2,0381	-3,2351	0,0119

En la tabla 2, el valor a, b, c y d: es coeficientes de regresión; Y : respuesta, en función de los coeficientes significativos para la respuesta (absorbancia), luego para validar el modelo se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y se calculó el coeficientes de determinación (R^2). Finalmente se construyeron el grafico de respuesta para

definir el modelamiento del destilado. Donde se observan los valores que toman las variables en la siguiente ecuación:

$$A = 3,71E-4*TC - 4,42E-4*P + 9,69E-2*GL - 6,5938$$

Donde A es la absorbancia, TC es el tipo de chicha, P es la presión y GL es el grado alcohólico.

Tabla 3. Coeficiente de regresión intervalo de confianza al 95%.

Variable	95% (+/-)	Límite inferior	Límite superior
a	1,1048	-1,1044	1,1051
b	1,84E-03	-2,28E-03	1,40E-03
c	0,1034	-6,57E-03	0,2003
d	4,70008	-11,2939	-1,8937

Según la tabla 3, a un nivel de confianza, de un 95% de intervalos que se podrían construir que se contiene en un parámetro, es decir que nuestra confianza no es en los valores, sino en el procedimiento que usamos para hallarlos (Howell, 2010).

Antes de recoger los datos y construir el intervalo, cada uno de los posibles tiene una probabilidad de 95% de contener al parámetro, pero una vez observado el valor del estimador y construido el intervalo, ya no es correcto asignarle una probabilidad, por eso usamos el término confianza.

Tabla 4. Análisis de varianza (ANOVA).

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F calculado	Pr > F
Regresión	3	2,89E-04	9,63E-05	37,9796	4,00E-05
Error	8	2,03E-05	2,54E-06		
Total	11	3,09E-04			

Tabla 5. Datos obtenidos en la experimentación

X1	X2	X3	Y	YCALC	RESIDUAL	% ERROR	ABS. RESIDUAL	MIN RESIDUAL	MAX RESIDUAL
1	385	29,5	0,0197	0,02013	-0,0004	-2,16604046	0,00042671	-0,00234719	0,00250232
1	460	25,5	0,0125	0,01321	-0,0007	-5,71796291	0,00071475		
1	535	27	0,016	0,01478	0,00122	7,60612243	0,00121698		
1	610	24,5	0,0105	0,01122	-0,0007	-6,89908507	0,0007244		
1	685	24	0,011	0,01034	0,00066	5,95778575	0,00065536		
1	760	23,3	0,0095	0,00935	0,00015	1,56966646	0,00014912		
2	385	17	0,0085	0,006	0,0025	29,4390702	0,00250232		
2	460	17,5	0,0055	0,00609	-0,0006	-10,7258039	0,00058992		
2	535	16,5	0,003	0,00535	-0,0023	-78,2397185	0,00234719		
2	610	15,5	0,0065	0,0047	0,0018	27,7685062	0,00180495		
2	685	14,67	0,0033	0,00419	-0,0009	-26,9969103	0,0008909		
2	760	13,67	0,0027	0,00368	-0,001	-36,2879759	0,00097978		

Donde X1: Tipo de chicha; X2: Presión; X3: Grado alcohólico; Y: Absorbancia. El Y calculado es el Y que sale del modelamiento; el %error es el error que tiene cada tratamiento y Abs. Residual es el análisis de los residuos.

Con el análisis de varianza (Tabla 4) podemos determinar que el modelo de regresión encontrado para nuestro análisis es correcto ya que el probabilístico (p) es menor que el F calculado, lo que significa que se rechaza la hipótesis nula, es decir que una o más variables independientes del modelo de regresión tienen efecto significativo sobre la variable de respuesta (absorbancia) analizada, Comprobándose esto también con el valor de p ($4,00E - 05$). Los valores de p se utilizan como una herramienta para verificar la significación de cada coeficiente, que a su vez puede indicar el patrón de la interacción entre los coeficientes (Liu *et al.*, 2003). Cuanto menor sea el valor p , más significativo es el correspondiente coeficiente (Manimekalai y Swaminathan, 1999).

Para ver el efecto de la presión sobre el tipo de chicha, grado alcohólico y absorbancia se obtuvieron datos experimentales y modelados para cada tratamiento, esto está mostrado en la tabla 5. Podemos notar claramente al comparar los 12 tratamientos analizados que la presión influye de manera inversa en el grado alcohólico y absorbancia del destilado para verificar las hipótesis del modelo de regresión.

Como podemos ver en la tabla 5 el porcentaje de error por cada tratamiento es mínimo lo que nos indica que la toma de muestras ha sido bien realizada, Esto se debe a que la parte experimental estuvo bien diseñada y evaluada por equipos de alta precisión como es el espectrofotómetro 4802.

Asimismo con los valores residuales hallados y plasmados en la presente tabla se comprueba lo dicho anteriormente sobre nuestro modelo de regresión es decir que los valores residuales nos permiten verificar también la significancia de las variables en nuestro modelo de regresión.

4. Conclusiones

Se encontró que el efecto de la presión con un rango entre 385 - 760 mmHg y el tipo de chicha (blanca y marrón) influye en la absorbancia de las muestras de manera significativa; esto debido a la pureza obtenida en el destilado y al color predominante en cada tipo de chicha.

La presión óptima para lograr alcanzar el mayor GA (30°GL.) en el destilado de la chicha blanca es de 400 mmHg, mientras que para la chicha oscura también se logra a la misma presión, pero con menor GA (17°GL.). Asimismo se pudo saber que el vacío influye de manera inversa en la absorbancia, obteniéndose el mayor valor para la chicha blanca, a una presión de 400 mmHg, 0,020 de absorbancia, debido a la clarificancia y mayor pureza obtenida para tal muestra, de tal manera la radiación ingresa con mayor facilidad.

5. Referencias Bibliográficas

- Acosta, J.; Rodríguez, I.; Donis, A.; Lodeiro, L.; Nuevas L. 2010. Separación de los componentes de la mezcla azeotrópica acetona-n-hexano mediante un proceso combinado: extracción líquido - líquido y destilación discontinua. Revista científica CENIC - Ciencias Biológicas, Vol. 41, 1: 37 - 42. La Habana, Cuba.
- Cavero, R. 1986. Maíz, chicha y religiosidad andina. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú.
- FAO. 2005. Cereal Fermentations in Latin American Countries.
- Hour, S.; Ahmed, P.; Rao C. 1980. Formulation and sensory evaluation of a fruit punch containing watermelon juice. Journal of food science, 45 1: 809 - 813. Consultado el 29 de abril del 2009. Formato html. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2621.1980.tb07455.x>.
- Howell, D. 2010. Confidence Intervals on Effect Size. Disponible en: <http://www.uvm.edu/~dhowell/methods8/Supplements/Confidence%20Intervals%20on%20Effect%20Size.pdf>. Accedida 3/7/2011.
- Jennings, J. 2005. La chichera y el patrón: chicha and the energetics of feasting in the prehistoric

- Andes. Archaeological papers of the American Anthropological Association 14: 241-259.
- León, L. 2011., Proyecto de prefactibilidad para una planta productora de Chicha de Jora. Universidad Nacional de Trujillo, Perú.
- Liu J.; Weng P.; Zhang L.; Xu H.; Ji N. Optimization of glucose oxidase production by *Aspergillus niger* in a benchtop bioreactor using response surface methodology. *World J Microbiol Biotechnol* 2003; 19:317 - 23.
- Manimekalai, R.; Swaminathan, T. 1999. Optimization of lignin peroxidase production from *Phanerochaete chrysosporium* using response surface methodology. *Bioproc Eng.* 21: 465 – 468.
- Steinkraus, K. 1996. Handbook of Indigenous fermented foods, 2° Edition. Marcel Dekker. New York.
- Vallejo, J.; Miranda, P.; Flores, J.; Sánchez, F.; Ageitos, J.; González, J.; Velásquez, E.; Villa, T. 2013. Atypical yeasts identified as *Saccharomyces cerevisiae* by MALDI - TOFMS and gene sequencing are the main responsible of fermentation of chicha, a traditional beverage from Peru. *Systematic and Applied Microbiology* 36: 560 - 564.
- Zapata, S. 2006. Diccionario de gastronomía peruana tradicional, 1° edición. Universidad San Martín de Porres. Lima, Perú.

