

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE CEBADA (*Hordeum vulgare*)
Y CACAO EN POLVO (*Theobroma cacao L.*), EDULCORADO CON STEVIA (*Stevia
rebaudiana Bertoni*)”**

AUTORES: Acosta Yapud Oscar Miguel
Terán Tituaña Wilmer Luis

DIRECTOR: Ing. Marcelo Vacas

Comité Lector:

- Ing. Galo Varela
- Ing. Franklin Hernández
- Dra. Lucia Toromoreno

Año: 2014

Lugar de la Investigación: Ibarra, Parroquia Azaya, laboratorios de la Universidad Técnica del Norte.

Beneficiarios: Productores, centros de procesamiento de cebada de la zona norte del país.

Registro Bibliográfico

Terán Tituaña Wilmer Luis y Acosta Yapud Oscar Miguel, ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) Y CACAO EN POLVO (*Theobroma cacao L.*), EDULCORADO CON STEVIA (*Stevia rebaudiana Bertoni*) / TRABAJO DE GRADO. Ingenieros Agroindustriales. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Ibarra. EC. Febrero 2014. 130 p.

DIRECTOR: Ing. Vacas Marcelo.

Se determinó la mezcla óptima para la elaboración de la bebida funcional a base de cebada (*Hordeum vulgare*) y chocolate en polvo (*Theobroma cacao L.*), edulcorada con stevia en polvo (*Stevia rebaudiana Bertoni*) empleando una mezcla de cebada molida (tostada y cruda), chocolate en polvo y stevia en polvo, todas de marcas comerciales. Para efectos de esta investigación el proceso de tostado de la cebada fue realizada por los autores. Entre los objetivos específicos se determinó la mezcla adecuada de cebada, chocolate en polvo y stevia, además se realizó análisis físico-químicos y microbiológicos del producto final.

Fecha: Febrero 2014.

Ing. Vacas Marcelo

f) Director de Tesis

Wilmer Terán

f) Autor

Acosta Miguel

f) Autor

**ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) Y
CACAO EN POLVO (*Theobroma cacao L.*), EDULCORADO CON STEVIA (*Stevia rebaudiana
bertoni*).**

Autores:

Acosta Yapud Miguel migueyapu@yahoo.es

Terán Tituaña Wilmer wily_bbs33@hotmail.com

Coautor:

Ing. Marcelo Vacas

RESUMEN

Se determinó la mezcla óptima para la elaboración de la bebida funcional a base de cebada (*Hordeum vulgare*) y chocolate en polvo (*Theobroma cacao L.*), edulcorada con stevia en polvo (*Stevia rebaudiana Bertoni*) empleando una mezcla de cebada molida (tostada y cruda), chocolate en polvo y stevia en polvo, todas de marcas comerciales. Para efectos de esta investigación el proceso de tostado de la cebada fue realizada por los autores. Entre los objetivos específicos se determinó la mezcla adecuada de cebada, chocolate en polvo y stevia, además se realizó análisis físico-químicos y microbiológicos del producto final.

La elaboración de la bebida se dio lugar en un ambiente adecuado para el fin, cumpliendo con las normas básicas de higiene y manipulación de alimentos, lo que al finalizar el proceso dio como resultado la bebida funcional de cebada y apto para el consumidor, posteriormente se almaceno a temperatura de refrigeración (2 - 5°C).

Para la medición estadística de las variables en estudio se experimentaron 12 tratamientos más un testigo, con 3 repeticiones cada uno, obteniéndose 39 unidades experimentales constituidas por 325 ml de bebida.

Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (D.C.A) donde el Factor M representa los diferentes porcentajes de la mezcla entre cebada cruda y tostada, Factor S el porcentaje de chocolate en polvo y factor C el porcentaje de stevia en polvo; el factor M consto de tres niveles, y los otros dos factores S y E constaron de dos niveles cada uno, obedeciendo a un arreglo factorial $A \times B \times C + 1$. Las variables analizadas fueron: densidad, concentración de sólidos totales, turbidez, fibra total, proteína y vitamina C. Para determinar significación estadística se aplicó Tukey para tratamientos y DMS para factores, para ambos al 5%.

Para saber si se encuentra dentro de los rangos de aceptabilidad de una bebida vegetal se comparó mediante análisis físico-químicos con la bebida comercial Avena con Sabor a Naranja y microbiológicos con la norma NTE INEN 2608: 2012.

Posteriormente se determinó el mejor tratamiento siendo el siguiente: T12 (mezcla de cebada: 40% cruda – 60% tostada; con 35% de chocolate en polvo y 0.8% de stevia).

SUMMARY

We determined the optimal mix for the preparation of functional beverage from barley (*Hordeum vulgare*) and powdered chocolate (*Theobroma cacao L.*), powder sweetened with stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) using a mixture of ground barley (roasted and raw), chocolate powder and stevia powder, all trademarks. For purposes of this research the process of roasting the barley was conducted by the authors. Specific objectives determined the appropriate mix of barley, chocolate powder and stevia, also underwent physical-chemical and microbiological end product.

The development of the beverage resulted in an environment suitable for the purpose, meeting the basic standards of hygiene and food handling, which at the end of the process resulted in the functional drink barley and suitable for the consumer, subsequently stored at refrigerator temperature (2-5 ° C).

For the statistical measurement of the variables under study experienced 12 treatments plus a control, with 3 replicates each, yielding 39 experimental units consisting of 325 ml of beverage.

We used a completely randomized design (DCA) where the factor M represents the different percentages of the mix of raw and roasted barley, Factor S the percentage of chocolate powder and C the percentage factor stevia powder, the M factor I consist of three levels, and the other two factors S and E consisted of two levels each, obeying a factorial arrangement A x B x C + 1. The variables analyzed were: density, concentration of total solids, turbidity, total fiber, protein and vitamin C. To determine statistical significance Tukey applied to DMS treatment and factors, both at 5%.

To find out if you are within the range of acceptability of vegetable drink was compared by physicochemical analysis with commercial drink Flavoured Oats Toni naranjilla and NTE standard microbiological INEN 2608: 2012.

Subsequently determined the best treatment being as follows: T12 (mixture of barley: 40% raw - toast 60%, with 35% of cocoa powder and stevia 0.8%).

PALABRAS CLAVES:

Alimento funcional, Fibra alimentaria, β -glucanos, Cebada y Stevia.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el concepto de nutrición ha crecido gracias a la investigación constante en ciertas áreas de interés. Las prioridades ya no se encuentran centradas en las carencias nutricionales; el interés actual radica en la relación entre alimentación y enfermedades, considerando los efectos de la nutrición sobre desarrollo de inmunidad, crecimiento, composición corporal, y otros beneficios que se busca mediante la alimentación saludable. Los consumidores, conscientes de sus necesidades buscan en el mercado aquellos productos que contribuyan a su salud y bienestar, en especial aquellos alimentos que ejercen una acción beneficiosa sobre algunos procesos fisiológicos y/o reducen el riesgo de padecer una enfermedad. Estos alimentos que promueven la salud han sido denominados Alimentos Funcionales (AF).

El estudio y las investigaciones encaminadas al desarrollo de nuevos productos que aprovechen los recursos existentes en la zona, permitirán satisfacer las demandas de un mercado que cada vez se vuelve más exigente a la hora de elegir lo que va a consumir. La presente investigación, combina lo tradicional con técnicas para la elaboración, conservación y desarrollo de nuevos productos. La importancia de investigar y tener una nueva alternativa para el consumo de la cebada, radica en aprovechar de mejor manera todos los beneficios y aportes nutricionales que nos brinda este cereal.

Además de manera indirecta se contribuye y fomenta a la producción e industrialización de la cebada de la zona norte de nuestro país; puesto que la cebada en nuestro medio, como en muchos lugares del mundo es cultivada solo como materia prima para elaborar cerveza y como forraje para alimentación animal.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima e insumos:

- Cebada molida, cruda y tostada (aprox. 2 a 3 mm de grosor)
- Stevia en polvo
- Cacao en polvo
- Ácido ascórbico

- Pectina

Materiales y equipos de laboratorio:

- Recipientes
- Quemador a gas
- Balanza digital para gramos sensibilidad 0,01 g.
- Balanza analítica
- Balde y jarras plásticas
- Agua Destilada
- Autoclave
- Tostador de café
- Cocineta eléctrica
- Termómetro digital
- Licuadora
- Lienzo

2.1. Factores en estudio

Factor M: Porcentaje de la mezcla de arroz de cebada cruda y tostada.

	Cruda	Tostada
M1	60%	40%
M2	50%	50%
M3	40%	60%

Factor S: Porcentaje saborizante (chocolate en polvo).

S1	15%
S2	35%

Factor E: Porcentaje de edulcorante (extracto en polvo de Stevia)

E1	0,4%
E2	0.8%

*Los porcentajes de los factores se determinaron mediante pruebas preliminares.

Tratamientos:

De la combinación de los factores M, S y E respectivamente, se encuentra 12 tratamientos a los mismos que hay que aumentar un testigo.

2.2. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con tres repeticiones y arreglo factorial $M*S*E+1$, donde "M" representa el porcentaje de la mezcla de arroz de cebada cruda y tostada, "S"

representa el porcentaje de saborizante (chocolate en polvo) y “E” representa el porcentaje de edulcorante (Stevia en polvo).

Pruebas estadísticas:

- Tratamientos: Tukey al 5%
- Factor M: DMS (Diferencia Mínima Significativa)
- Factor S: DMS (Diferencia Mínima Significativa)
- Factor E: DMS (Diferencia Mínima Significativa)

Para la evaluación de las variables no paramétricas se utilizó la prueba de FRIEDMAN al 5 %, en el producto final (mejor tratamiento).

Características del experimento:

- Número de repeticiones: tres (3)
- Número de tratamientos: doce (12)
- Testigos: uno (1)
- Unidad experimental: treinta y nueve (39)
- Tamaño de unidad experimental: Cada unidad experimental está conformada de 235 ml de mezcla.

Esquema del análisis estadístico

Cuadro 3.2: Análisis de varianza

F de V	G. L.
Total	38
Tratamientos	12
Factor M	2
Factor S	1
M*S	2
Factor E	1
M*E	2
S*E	1
M*S*E	2
Testigos vs. otros	1
Suma del E. Exp.	26

3. VARIABLES A EVALUARSE

3.1. Variables cuantitativas de la materia prima

En la materia prima (antes de entrar al proceso) se mantiene los datos especificados en las etiquetas de la cebada, Stevia y chocolate en polvo, los cuales son marcas comerciales. Manteniéndose estos datos constantes para todos los tratamientos.

3.2. Variables cuantitativas evaluadas durante el proceso

• pH

Esta variable se evaluó antes y después de estandarizar la mezcla a un pH de 4.5, empleando un pH-metro. La medición de esta variable se realizó en los laboratorios de uso múltiple de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA), de la Universidad Técnica del Norte, por los tesisistas.

• Vitamina C (ácido ascórbico)

Esta variable fue evaluada antes y después de aplicar los tres diferentes tratamientos térmicos a los que se sometió al mejor tratamiento, es decir, en el producto final. La medición de esta variable se realizó en los laboratorios de uso múltiple de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA), de la Universidad Técnica del Norte. Mediante el método de ensayo AOAC 967.21

3.3. Variables evaluadas en el producto final

• Variables cuantitativas

Las variables determinadas mediante análisis de laboratorio fueron:

- ❖ **Sólidos totales:** Se midió con el método de ensayo AOAC 925.10
- ❖ **Proteína:** Se midió con el método de ensayo AOAC 920.87
- ❖ **Fibra:** Se midió con el método de ensayo AOAC 985.29
- ❖ **Vitamina C:** Se midió con el método de ensayo AOAC 967.21
- ❖ **Densidad:** Se midió con el método de ensayo AOAC 932.14
- ❖ **Turbidez:** Se midió con un turbidímetro. Este parámetro fue medido por los tesisistas.

• Variables cualitativas

Las variables cualitativas se analizaron en el producto final, estableciendo las características sensoriales del mismo para cada tratamiento, en esta investigación se analizaron las variables: color, aroma, sabor y aceptación global utilizando la prueba no paramétrica de FRIEDMAN, que sirve para analizar la calidad estética relacionada con el análisis sensorial. Este análisis se realizará mediante un panel de degustación en la que participaran ocho degustadores tomados al azar, de esta manera se conoce la aceptación o rechazo del producto. La fórmula de FRIEDMAN que se emplea es la siguiente:

$$X^2 = \frac{\sum R^2 - 3r(t+1)}{r \cdot t(t+1)}$$

Dónde:

X^2 = Chi – cuadrado

R = rangos

t = tratamientos

r = número de degustadores

Cada característica de estableció dependiendo de los sentidos de cada panelista, con esta información se determina si el producto se acepta o rechaza. A continuación se define cada una de las variables cualitativas.

❖ **Color**

Propiedad de percepción que producen en los ojos los rayos de luz reflejados por un cuerpo. Está relacionado con las cualidades sensoriales, la composición química y, por lo tanto, es uno de los factores que define la calidad de un producto alimentario, además determina la aceptación o rechazo del mismo. El color de las bebidas chocolatadas depende de la cantidad de chocolate que se le haya agregado.

❖ **Aroma**

El aroma es un determinante en la calidad y aceptación organoléptica de un alimento. Esta variable, en la bebida de investigación depende de las materias primas que se usaron en mayor cantidad (cebada y chocolate).

❖ **Sabor**

El sabor es la sensación que ciertas cosas producen en el sentido del gusto. Se toma en cuenta esta variable porque se trata de un producto alimenticio, y el sabor es uno de los indicadores más importantes para categorizar un alimento de calidad. Al igual que en la variable anterior el sabor también viene determinado por las materias primas que se usaron en mayor cantidad y además por el edulcorante utilizado.

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Variables cuantitativas durante el proceso

• **Análisis de valores del pH de la bebida**

Para esta variable, **T3** (Mezcla de cebada: cruda 60% -tostada 40%; con 35% de saborizante y 0,4% de edulcorante) con un valor de 7,210 de pH, resultado ser el mejor tratamiento, debido a que su valor medio es el que más se aproxima al del testigo (avena comercial con sabor a naranjilla) con un valor de 6,623 de pH. Además al momento de

estandarizar la bebida se utilizó menor contenido de ácido ascórbico para llegar a un valor de 4,5 de pH requerido para esta investigación. Los valores alcanzados en la bebida luego de la estandarización, para la variable pH, según Gonzales, R. (1978), el pH ajustado entre 4 y 4,5, es lo suficientemente bajo para inhibir el desarrollo de muchos tipos de bacterias.

La bebida que se ha desarrollado en esta investigación, al ser fortificada con vitamina C (ácido ascórbico), debe cumplir con ciertas condiciones para evitar su mayor degradación, y una de las más importantes es evitar un ambiente alcalino en la bebida. Esto según, Webb, G. (2006), que dice, la vitamina C tiende a oxidarse y parte se pierde durante el cocinado o el tratamiento con calor (especialmente en condiciones de alcalinidad).

• **Análisis de valores del contenido de fibra de la bebida**

Para esta variable, **T12** (mezcla cebada: 40% cruda - 60% tostada; con 35% de saborizante y 0,8% de edulcorante) con un valor de 0,550 mg/100ml de fibra, resultado ser el mejor tratamiento. Por tener un valor mayor al del testigo (avena comercial con sabor a naranjilla) con un valor de 0,450 mg/100ml de fibra, en cuanto a la variable fibra se refiere.

Cabe mencionar que para esta investigación se tomó como mejor tratamiento el **T12** (Mezcla de cebada: 40% cruda – 60% tostada; con 35% de saborizante y 0.8% de edulcorante) con un valor de 0,550 mg/100ml de fibra, por aportar un mayor contenido de fibra. Porque según Mendoza, E. 2010, un alto contenido de fibra puede jugar un papel importante en el manejo de la colitis ulcerosa, y para el tratamiento del estreñimiento severo.

• **Análisis de valores del contenido de sólidos totales de la bebida**

Para esta variable, **T12** (mezcla cebada: 40% cruda - 60% tostada; con 35% de saborizante y 0,8% de edulcorante) con un valor de 17,32 g/100ml de sólidos totales, resultado ser el mejor tratamiento, debido a que superan al contenido de sólidos totales del **testigo** (avena comercial sabor a naranjilla) con un valor de 17,28g de sólidos totales.

Los valores obtenidos con el **T12** para esta variable, son beneficiosos desde el punto de vista microbiológico. Puesto que una concentración elevada de solutos, dificulta la fermentación de un

producto, evitando su deterioro, esto se sostiene según Sánchez, P. (2003), que dice, no se puede pensar en fermentar un mosto con una concentración muy elevada de azúcares. En estas condiciones osmófilas, las levaduras simplemente estallarían al salir bruscamente el agua de su interior para equilibrar las concentraciones de soluto en el exterior y en el interior de la célula, es decir, lo que se conoce como plasmólisis.

• Análisis de valores de densidad de la bebida

Para esta variable, **T12** (mezcla cebada: 40% cruda - 60% tostada; con 35% de saborizante y 0,8% de edulcorante) con un valor de 1,0233 g/cm³ de densidad, resulto ser el mejor tratamiento, porque mantiene un valor intermedio entre la densidad del **testigo** (avena comercial sabor a naranjilla) con un valor de 1,0247 g/cm³ y la densidad de una bebida funcional con similares características desarrollada en Perú por, Ccatamayo, G. y Valderrama, V. (2010), que tiene un valor de 1,015 g/cm³.

4.2. Análisis de variables cualitativas en el producto final

Forman parte de estas variables, aquellas cuya evaluación es determinada por los sentidos, se realiza mediante una apreciación de un grupo de personas, e indican el nivel de aceptación que tiene un producto. Este análisis se realizara mediante un panel de degustación en la que participaran ocho degustadores tomados al azar, de esta manera se conoce la aceptación o rechazo del producto. Los resultados de éste análisis se determinaron estadísticamente según la prueba no paramétrica de Friedman, la misma que se describe a continuación:

$$X^2 = \frac{12}{b \cdot t(t + 1)} \Sigma R^2 - 3b(t + 1)$$

Dónde:

b = Numero de Panelistas

R = Rangos

t = Tratamientos

Cuadro 4.22: Evaluación sensorial para la bebida

	Valor calc.	Valor tab.	Signif.	Tratamientos
Variable	X²c	X²t (0.05)	-----	-----
Color	10,77	21,03	n.s.	Todos son iguales
Aroma	20,04	21,03	n.s.	Todos son iguales
Sabor	33,80	21,03	**	T12, T10,

				T6 y T4
Aceptación global	20,87	21,03	n.s.	Todos son iguales

** = alta significación

n.s. = no significativo

El cuadro anterior señala que existe alta significación estadística para la variable sabor, resultando que los tratamientos **T12** (Mezcla de cebada: 40% cruda - 60% tostada; con 20% de saborizante y 0,8% de edulcorante), **T10** (Mezcla de cebada: 40% cruda - 60% tostada; con 15% de saborizante y 0,8% de edulcorante), **T6** (Mezcla de cebada: cruda 50% - tostada 50%; con 15% de saborizante y 0,8% de edulcorante) y **T4** (Mezcla de cebada: 60% cruda - 40% tostada; con 20% de saborizante y 0,8% de edulcorante), son los que mayor puntaje tuvieron en el panel de degustadores con respecto al sabor. Mientras que para las variables color, aroma y aceptación global todos los tratamientos son estadísticamente iguales.

4.3. MEJOR TRATAMIENTO, T12

Tratamiento térmico

Este proceso se realizó con el fin de determinar la cantidad de degradación de la vitamina C durante los procesos de esterilización y pasteurización. Se evaluó tres tratamientos térmicos, los cuales son:

- 121 °C x 15 minutos
- 90 °C x 30 minutos (baño María)
- 63 °C x 30 minutos

Cuadro 4.18: Degradación de la vitamina C

Tratamiento térmico	Antes del trat. mg/100 ml	Después del trat. mg/100 ml
121 °C x 15 min.	98,7	74,37
90 °C x 30 min.	98,7	90,39
63 °C x 30 min.	98,7	90,16

El cuadro anterior nos muestra la degradación que sufre la vitamina C, al ser sometida a los diferentes tratamientos térmicos antes expuestos.

Además se puede observar que los tratamientos térmicos realizados no disminuyen significativamente la cantidad de vitamina C, puesto que se ajustan a los requerimientos diarios recomendados (65 mg por día).

Después de analizar la información obtenida se ha demostrado que, en realidad las vitaminas sufren degradación con los tratamientos térmicos, variando su contenido dependiendo de la temperatura a la que la bebida ha sido expuesta, confirmando lo que dicen García, L. y Olmo, V.

(2008). Las vitaminas son muy sensibles al calor, por lo que los tratamientos tecnológicos a los que se someten los cereales y sus derivados pueden producir variaciones en cuanto al contenido vitamínico de partida.

Y también lo que expone Webb, G. (2006), la vitamina C tiende a oxidarse y parte se pierde durante el cocinado o el tratamiento con calor (especialmente en condiciones de alcalinidad).

4.3.1. Análisis físico-químico y microbiológico del mejor tratamiento y un testigo comercial

Cuadro 4.19: Análisis físico-químico y microbiológico del mejor tratamiento

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS		MÉTODO
		T12	TESTIGO	
Proteína	g/100ml	0,29	---	AOAC 920.87
Fibra	g/100ml	2,70	0,45	AOAC 978.10
Vitamina C	mg/100ml	90,16	0	AOAC 976.21
Sólidos totales	g/100ml	25,03	17,29	AOAC 925.10
pH	---	4,5	6,62	AOAC 981.12
Densidad	g/ml	1,12	1,025	AOAC 932.14C
Turbidez	NTU	1455,30	1435	Nefelómetro
Recuento total	ufc/ml	0	---	AOAC 989.10
Mohos	ufc/ml	13	---	AOAC 997.02
Levaduras	ufc/ml	43	---	

Fuente: propia

ufc: Unidades formadores de colonia.
AOAC: Asociación Oficial de Química Analítica

Al no existir una normativa dentro de los estándares de la normas INEN, para este tipo de bebidas dentro de la calidad nutricional, fue necesario hacer las comparaciones con un testigo comercial de características similares pero de calidad nutricional diferente.

En el cuadro 4.19 del mejor tratamiento y del testigo, se puede observar las diferencias y similitudes en las características físico-químicas que existen entre las dos bebidas.

- El contenido de fibra, donde se puede observar mayor aporte de fibra que la bebida testigo (avena comercial sabor a naranja)
- El contenido de vitamina C se puede observar que el testigo es carente de esta vitamina, mientras que la bebida de cebada de esta investigación supera al testigo y cumple con los requerimientos de ración dietaria (RDR)
- La turbidez, densidad y el contenido de sólidos totales esta también dentro del rango de aceptabilidad para el consumo, ya que entre las dos bebidas la diferencia no es muy significativa.
- En el pH, la bebida de cebada es mucho menor con respecto al testigo. Esto se debe al proceso de estandarización que la bebida de esta investigación se sometió con la adición de ácido ascórbico, para lograr un grado de acidez en la bebida, que nos permita reducir el nivel de proliferación de microorganismos. Además con esto se logró disminuir el sabor remanente que la stevia deja en el gusto al momento de consumirlo.
- En el análisis microbiológico el producto tiene las siguientes características: mohos 13 UFC/ml, levaduras 43 UFC/ml y recuento estándar en placa 0 UFC/ml; por lo tanto, el producto está dentro de las especificaciones microbiológicas que las NTE INEN 2608:2012 establecen para ser apto para el consumo.

4.4. EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL MEJOR TRATAMIENTO, T12

Previo la evaluación de conservación se sometió a un proceso de baño María, que consistió en sumergir la bebida ya envasada en agua por 40 minutos a temperatura de ebullición (92 °C). Luego se evaluó el tiempo de vida útil del mejor tratamiento almacenado durante 8 días a 38 °C. (Proceso acelerado de almacenamiento)

Análisis microbiológicos

El producto se almacena durante 8 días, a una temperatura promedio de 38 °C, sin exposición directa a la luz solar.

A continuación la información obtenida se detalla en los cuadros posteriores.

Cuadro 4.20: Días de almacenamiento a 38 °C vs. recuento estándar en placa UFC/ml

Muestra a 38 °C ± 2		
Días almacenamiento		
Trat.	1	8
T12	0	0

En el cuadro 4.20, se observan los valores referentes al recuento estándar en placa y que muestran variación mínima hasta los 8 días de almacenamiento, además los valores se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma NTE INEN 2608:2012.

Cuadro 4.21: Días de almacenamiento 38 °C vs. recuento de mohos UPM/ml

Muestra a 38 °C ± 2		
Días almacenamiento		
Tratamiento	1	8
T12	10	13.33

Según los datos que se observan en el cuadro 4.21 se evidencia incremento significativo de mohos, sin embargo se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma NTE INEN 2608:2012.

Cuadro 4.22: Días de almacenamiento a 38 °C vs. recuento de levaduras UPL/ml

Muestra a 38 °C ± 2		
Días almacenamiento		
Tratamientos	1	8
T12	43.33	43.33

En el cuadro 4.22 se observan los valores referentes al recuento de levaduras, los mismos que se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma NTE INEN 2608:2012.

5. CONCLUSIONES

- ❖ Se comprobó la hipótesis alternativa (Hi), a través del análisis estadístico pormenorizado del comportamiento de cada una de las variables paramétricas y no paramétricas de la bebida funcional. Las cantidades experimentadas de cebada (*Hordeum vulgare*) tostada y cruda, el cacao en polvo (*Theobroma cacao L.*) y la stevia en polvo (*Stevia rebaudiana Bertoni*), solventan el nivel nutricional y funcional.
- ❖ Una vez realizado el análisis al producto terminado en lo que se refiere al contenido de fibra, se concluye que el mejor tratamiento es el T12 (mezcla de cebada: 40% cruda - 60% tostada; con 35% de chocolate en polvo y 0,8% de stevia), ya que este genera el mayor contenido de fibra en la bebida (2.7 g/100 ml).
- ❖ Al realizar los tres diferentes procesos térmicos en el mejor tratamiento T12, se determinó que la mayor degradación de la Vitamina C, es cuando el producto es sometido a 121°C x 15 minutos, en una cantidad del 24,61 %. Mientras

que con los dos tratamientos térmicos restantes (90°C x 30 minutos y 63°C x 30 minutos) su reducción fue del 8,41 % y 8,65%, respectivamente. Sin embargo, después de cualquiera de los tres tratamientos térmicos que se aplicó al producto, la vitamina C cumplió con los requerimientos diarios recomendados.

- ❖ El tratamiento térmico denominado baño María (90 °C x 30 minutos), resulto ser lo suficientemente efectivo en cuanto a la conservación del producto se refiere, ya que al realizar los respectivos análisis, después del proceso acelerado de conservación, cumplen con los requisitos establecidos en la norma NTE INEN 2608:2012 (Ver anexo 1). Por lo tanto la bebida a base de cebada es apto para su consumo durante los siguientes 6 meses desde su elaboración.
- ❖ Luego de realizar los análisis tanto físico-químicos, como microbiológicos correspondientes al mejor tratamiento T12 (mezcla de cebada: 40% cruda - 60% tostada; con 35% de chocolate en polvo y 0,8% de stevia), la bebida cumple con las características de conservación y nutricional, para lo cual se hizo una comparación con una bebida comercial (avena sabor a naranjilla). Entonces su aceptación está dentro de las normativas y requerimientos de la NTE INEN 2608:2012. Ver anexo 8.
- ❖ Al realizar el análisis organoléptico, se determinó que el mejor tratamiento fue T10 (mezcla de cebada: 40% cruda - 60% tostada; con 15% chocolate en polvo y 0,8% de stevia). Probablemente, debido a su menor contenido de chocolate esta unidad experimental resulto ser un poco más dulce, motivo de la preferencia por el panel de degustadores.
- ❖ La bebida de cebada de esta investigación es una gran fuente de vitamina C (ácido ascórbico) debido a su fortificación. En comparación con el testigo que se ha propuesto (avena comercial sabor a naranjilla), el mismo que carece de este elemento, cumple con los requerimientos diarios de consumo de vitamina C para adolescentes y adultos especificados en el cuadro 2.3 y que además está dentro de los límites de seguridad para consumo que se especifica en el cuadro 2.4.
- ❖ Tomando en cuenta los ingredientes, aditivos, envase y etiqueta, al realizar el análisis de costo de producción al mejor tratamiento T12 (mezcla de cebada: 40% cruda - 60% tostada; con 35% de chocolate en polvo y 0,8% de stevia), el costo unitario final resulto ser de 0,38 USD por cada 235 ml de bebida envasada.

- ❖ Después de lo antes expuesto en las conclusiones anteriores, la bebida a base de cebada es catalogada como alimento funcional, ya que cumple con las estipulaciones de la NTE INEN 2587:2011 para alimentos funcionales descritas en el literal 4.

BIBLIOGRAFÍA

1. Berdanier, C.; Dwyer, J.; Feldman, E. (2010). *Nutrición y alimentos*. México: McGraw Hill Interamericana.
2. Callejo, M. (2002). *Industrias de Cereales y derivados*. Madrid: Mundi Prensa.
3. Castillo, V. (1999). *Manual de confitería y pastelería*. Madrid: Mundi prensa.
4. Codex Alimentarius Volumen 11. (1995) *Azúcares, productos del cacao, chocolate y productos diversos*. FAO.
5. Coultate, T. (2002). *Manual de química y bioquímica de los alimentos*. Zaragoza: Acribia.
6. Córdova, C. (2010). *Elaboración de pan integral a partir de la mezcla de harina de trigo blanca e integral (Triticum spp.) con harina de cebada germinada (Hordeum vulgare) cruda y tostada*. Tesis de la Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
7. Cuellar, N. (2008). *Ciencia, tecnología e industria de alimentos*. Bogotá: Grupo latinos.
8. Flores, M. (2007). *Limitaciones y posibilidades para el reconocimiento oficial de una «denominación de origen» al cacao fino y de aroma producido en determinadas zonas de Ecuador*. Quito: Abya-Yala.
9. Gonzales, R. (1978). *Microbiología de las bebidas*. La Habana – Cuba. Pueblo y Educación.
10. Gordillo, O. y Males, C. (2011). *Incidencia de la harina de cebada (Hordeum vulgare); suero de quesería y stevia (Rebaudiana Bertoni) en la elaboración de galleta*. Tesis de la Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
11. Mateljan, G. (2010). *Prevención de la diabetes*: Laura Dowd
12. Mendoza, E. (2010). *Bromatología: Composición y propiedades de los alimentos*. México D.F.: Mc Graw Hill interamericana.
13. Norman, P. y Joseph, H. (1995). *Ciencia de los alimentos*. Zaragoza: Acribia.
14. Potter, N. y Hotchkiss, J. (1995). *Ciencia y Tecnología de los alimentos*. New York: Chapman & Hall
15. Ramírez, R. y Pérez, J. (2010). *Alimentos funcionales: principios y nuevos productos*. México D.F.: Trillas.
16. Rosero, J.L. (2002). *La ventaja comparativa del cacao ecuatoriano, en Apuntes de economía*, No. 20, Quito, Dirección General de Estudios.
17. Sanchez, P. (2008). *Procesos de elaboración de alimentos y bebidas*. Madrid. Mundi Prensa.
18. Terán, E. (2010). *Proyecto de inversión para la elaboración de un edulcorante natural hecho a base de stevia provincial del oro*. Tesis Escuela Superior Politécnica del Litoral Espol. Guayaquil. Ecuador.
19. Veisseyre, R. (1972). *Lactología Técnica*. Zaragoza: Acribia.
20. Webb, G. (2006). *Complementos nutricionales y alimentos funcionales*. Zaragoza: Acribia.
21. Werner, B. (2007). *Química de los alimentos*. Zaragoza: Acribia.

FUENTES DE INTERNET:

1. Anecacao, *Origen del cacao en el Ecuador*, Guayaquil, Anecacao, 2006.
2. Ccatamayo, G. y Valderrama, V. (2010). *Aprovechamiento del Ayrampu (Berberis sp.) en el procesamiento de una bebida funcional para la seguridad alimentaria*. Universidad Nacional de Huancavilca. FAO – Perú. [03.06.2013]
3. FDA. (2012). *Información sobre alimentos*. <http://www.fda.gov/downloads/Food/FoodborneIllnessContaminants/UCM311101.pdf> [10.04.2013]
4. García, L. y Olmo, V. *Las vitaminas en los cereales* Universidad Politécnica de Cataluña, Instituto de Ciencias de la Educación. <http://s2ice.upc.es/documents/eso/aliments/HTML/cereal-3.html> [03.07.2009]
5. Higdon J. (2006). *Vitamina C*. Universidad Estatal de Oregon, Centro de Información de Micronutrientes. Instituto Linus Pauling. <http://lpi.oregonstate.edu/es/centroinfo/vitamins/vitaminaC/> [09.05.2013]
6. Roberts A.; Rubio, A. y Gerhard, E. (2003). *Nutricéuticos: suplementos nutricionales, vitaminas, minerales, oligoelementos, alimentos curativos*. Barcelona. RoobinBook. <http://books.google.com.ec/books?id=gBSIfEk30MUC&pg=PA237&dq=beta+glucanos&hl=es419&sa=X&ei=ItZdUdX3GoLo8gS62YG4Bg&ved=0CCwQ6AEwAA#v=onepage&q=beta+glucanos&f=false> [04.04.2013]