



**TLATEMOANI**  
*Revista Académica de Investigación*  
Editada por Eumed.net  
No. 14 – Diciembre 2013  
España  
ISSN: 19899300  
revista.tlatemoani@uaslp.mx

Fecha de recepción: 1 de julio de 2013  
Fecha de aceptación: 20 de noviembre de 2013

## **PERSPECTIVAS DE NUEVOS PRODUCTOS A BASE DE AMARANTO: CERVEZA ARTESANAL DE AMARANTO**

**Dr. José Enrique González Ramírez**  
[gonzalez.ramirezje@fcq.uaslp.mx](mailto:gonzalez.ramirezje@fcq.uaslp.mx)  
Rogelio Franco de Lira  
**Ing. Roberto Carrizales Martínez**  
[rcarriza@uaslp.mx](mailto:rcarriza@uaslp.mx)

**Dr. José Luis Martínez Salgado**

Facultad de Ciencias Químicas  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

### **RESUMEN**

Se propone una nueva opción para la comercialización de productos de amaranto, “Cerveza de Amaranto”. Existe el interés científico sobre los beneficios del amaranto que pudiera tener esta bebida fermentada para aquellas personas que la consuman. Así, el presente trabajo relata las diferentes bondades, que contiene internamente el grano de amaranto, los descubrimientos recientes y las perspectivas para crear una bebida fermentada a partir de este grano del campo mexicano. Un primer lote de cerveza de amaranto fue elaborado tomando como base una cerveza tradicional tipo Blonde Ale. Se realizó una evaluación sensorial, donde se compara una cerveza tradicional tipo Blonde Ale con la cerveza de amaranto de la misma denominación. Los resultados obtenidos fueron analizados,

teniendo una calificación global de 3.97 para la cerveza control contra 4.38 para la cerveza de amaranto. De igual forma, se analizaron diferencias en el contenido proteico, viendo particularmente la existencia de proteínas aportadas por la introducción del amaranto.

## **PALABRAS CLAVE**

Amaranto, cerveza, nutraceutico.

## **ABSTRACT**

It is propose a new commercialization strategy for amaranth's products, an "Amaranth Beer". This product has the scientific interest to discover the possible benefits that its consumption could bring. For these reason, this paper describes the different benefits, internally containing amaranth grain, recent discoveries and prospects to create a fermented product from the grain produce in the Mexican countryside. A first batch of beer amaranth was conducted based on a traditional beer Blonde Ale type (control). Sensory evaluation was performed, comparing a traditional beer Blonde Ale type beer with the same Amaranth's beer type appellation. The results obtained were analyzed, obtaining an overall rating of 3.97 for control versus 4.38 to amaranth beer. Similarly, differences were analyzed in protein content, particularly the existence watching protein produced by the introduction of amaranth.

## **KEYWORDS**

Amaranth, beer, nutraceutic

## **INTRODUCCIÓN**

El amaranto, planta milenaria del continente Americano, presenta una gran variedad de bondades para aquellos que consumen su semilla, lo cual ha sido conocido desde la época precolombina. El grano de la planta de amaranto es catalogado como un pseudocereal, del cual, en México, se producen principalmente dos variedades: *Amaranthus hypochondriacus* y *Amaranthus cruentus* (Hernández-Garciadiago y col. 1998). Entre los diversos beneficios que han resaltado en recientes investigaciones resaltan la prevención de algunas enfermedades como el cáncer y la hipertensión, la disminución de niveles de colesterol y triglicéridos, así como un auxiliar en el combate de la diabetes mellitus, entre otros. Estos beneficios son atribuidos a las proteínas integradas en el grano. Tradicionalmente, el amaranto es consumido en diversas presentaciones, grano como complemento alimenticio, dulces con mezcla con otros ingredientes, harinas y grano reventado.

Hoy en día, se conoce que el amaranto es uno de los granos que contiene mayor contenido proteico. Principalmente, el amaranto cuenta con un contenido de proteínas, grasas, fibra, agua y carbohidratos. En la Tabla 1 se observa una comparación del contenido de amaranto con otros granos de interés alimenticio, donde se deja claro , de forma general, que el amaranto contiene un mayor contenido de proteína cruda comparado otros (Silva-Sánchez 2007). De igual forma, el amaranto presenta un mayor contenido de otros constituyentes como lo son las grasas, las fibras, cenizas, razón por la cual, el amaranto se establece como el grano de mayor contenido calórico y por tanto, considerado como un cereal con alto grado nutricional.

Tabla 1. Comparación de constituyentes de diferentes cereales (Becerra 2000)

PERSPECTIVAS DE NUEVOS PRODUCTOS A BASE DE AMARANTO: CERVEZA ARTESANAL DE AMARANTO

| Composición    | Amaranto | Trigo | Maíz | Sorgo | Arroz |
|----------------|----------|-------|------|-------|-------|
| Humedad        | 8.0      | 12.5  | 13.8 | 11.0  | 11.7  |
| Proteína cruda | 15.8     | 14.0  | 10.3 | 12.3  | 8.5   |
| Grasa          | 6.2      | 2.1   | 4.5  | 3.7   | 2.1   |
| Fibra          | 4.9      | 2.6   | 2.3  | 1.9   | 0.9   |
| Cenizas        | 3.4      | 1.9   | 1.4  | 1.9   | 1.4   |
| Calorías/100g  | 366      | 343   | 352  | 359   | 353   |

Datos calculados con muestras de 100 g de cereal

Por la composición balanceada de aminoácidos esenciales como la lisina, metionina y cisteína, el amaranto provee de los requerimientos nutricionales diarios de una forma satisfactoria. En años recientes se ha incrementado el conocimiento de la actividad fisiológica presente en las proteínas de la dieta, la acción fisiológica puede presentarse por efecto de la proteína completa o después de una hidrólisis enzimática tanto *in vivo* como *in vitro* (Korhonen y Pihlanto, 2003).

Se ha demostrado que las proteínas presentes en el grano de amaranto poseen encriptadas la secuencia de péptidos que muestran una actividad biológica benéfica para la salud. Estos péptidos pueden ser liberados de las proteínas por acción de enzimas digestivas o de origen microbiano durante la digestión. Entre los beneficios demostrados se han observado: efectos antimicrobianos en hongos y bacterias gram positivas (Broekaert y col. 1992), actividad antihipertensiva (Silva Sánchez y col. 2008; Tiengo y col. 2009) y efectos cáncer-preventivos (Maldonado y col. 2010)

El grano de amaranto es consumido principalmente en productos procesados, como lo son harinas, dulces, barras, suplementos alimenticios, entre otros. De manera general, todos los anteriores son productos tradicionales con poco atractivo comercial, por lo que la propuesta de nuevas alternativas de mercado con alto valor agregado, como la elaboración de una cerveza, es necesario para fomento al consumo de este grano.

La cerveza es una bebida consumida por el hombre desde hace 8000 años, el proceso de su elaboración era conocido por los sumerios en la antigua Mesopotamia. Durante su evolución histórica destaca el periodo en el que fue promulgada la ley de pureza, en 1516 por Guillermo IV Duque de Baviera, en la cual especifica que la cerveza debe de elaborarse a partir de cebada, lúpulo y agua, con la posterior adición de la levadura para dicha ley. En la actualidad los procesos en la elaboración de cerveza son los mismos desde hace miles de años. Hoy en día como lo hicieron los sumerios, el proceso de elaboración comienza con la conversión del grano germinado de cebada en malta, la cual es triturada y remojada a una temperatura que favorece la acción de enzimas que degradan el almidón (maceración), el mosto obtenido contiene azúcares libres los cuales serán convertidos a alcohol por en el proceso de fermentación llevado a cabo por levaduras, finalmente el proceso puede continuar con la nueva adición de azúcar para realizar una segunda fermentación con la finalidad de tener una carbonatación natural de la bebida (Renneberg 2008).

La variabilidad del clima, agricultura y actividad humana dio origen a una gran variedad en estilos de cerveza dependiendo de la región donde era elaborada y las personas a las que era destinada. Un ejemplo está en la cerveza estilo “bock”, una cerveza fuerte originada en la localidad de Einbeck en Alemania. Entre otros estilos de cervezas se pueden encontrar la “Altbierbowle”, “Alt – Schuss”, “Berliner Weisse”, “Bismarck”, “Clara”, “Colabier”, “Dr Pepper”, “Flieger” y la “Wheat beer”, la mayoría desarrolladas en Europa, las cuales consisten en mezclas de bebidas, formulaciones con frutas o siropes o integran maltas o cereales diferentes a la cebada (Eßlinger 2009).

Alrededor del mundo entero se pueden encontrar variedades de cervezas a base de otros granos. Entre los estudios hechos, se puede citar a Hayashida (2008), quien realizó una publicación acerca de la cerveza artesanal peruana, la cual se hace a base de maíz o “chicha”, como se le conoce regionalmente (Orlove y

Schmidt 1995). Por otro lado, Teramoto y col. (2002) realizaron un estudio sobre la cerveza de arroz de la India (llamada comúnmente Zutho) Okafor y Iwouno (1990) compararon diferentes maltas de arroz utilizadas en la fabricación de cervezas nigerianas. Owuama (1997) establece al sorgo como un cereal con alto potencial para ser integrado en fórmulas de cerveza. Hayden y col. (2013) realiza un resumen sobre todas las posibilidades exploradas en el mundo cervecero, donde enfatiza el uso histórico de cereales como trigo, centeno, cebada, avena, sorgo, mijo y/o maíz. Estos datos permiten el análisis para la creación de nuevas formulaciones y mejoras en las cualidades y beneficios del consumo moderado de cerveza. Los cambios en formulaciones y, por tanto, la integración de nuevos granos durante el proceso de producción, permite el enriquecimiento científico al descubrir todas las bondades que otros cereales, diferentes a la cebada, podrían aportar.

En la actualidad, no existe información científica o reportada acerca de una cerveza a base de amaranto. Sin embargo, los atributos y bondades del grano ameritan su estudio y análisis. De esta manera, una cerveza, la cual incluya amaranto, es hoy en día una perspectiva interesante a estudiar. Existen retos a vencer, así como estrategias que pueden ser adoptadas para llegar a tener una cerveza que, en sus constituyentes básicos, incluya el grano de amaranto. Desde el punto de vista técnico, una cerveza es elaborada a base de cereales malteados y/o, en su caso, molidos con la finalidad de extraer toda aquella materia propensa a ser fermentada. De este modo, se presenta una metodología desarrollada en el laboratorio de Bioprocesos de la Facultad de Ciencias Químicas, con la finalidad de fabricar una cerveza artesanal de amaranto, la cual debe contener tanto un sabor, aroma, sabor y otras propiedades específicas de una cerveza, así como un distintivo que la haga detonar como una cerveza diferente y agradable para los consumidores de esta bebida.

## **METODOLOGÍA**

### Formulación

A fin de producir una cerveza de amaranto, cuyo distintivo sea perceptible, se estableció como caso de estudio una cerveza artesanal tipo Blonde Ale. Esta cerveza cuenta con la suficiente ligereza y sabor para poder percibir los atributos sensoriales que el amaranto puede proporcionar. De esta manera, se realizaron dos lotes de cerveza; la primera fue elaborada a partir de una metodología y formulación tradicional de una cerveza Blonde Ale, cuyos principales constituyentes son la malta base de cebada, malta de especialidad Carapilis, lúpulo Magnum y agua; en segunda instancia, se formuló una cerveza de amaranto, donde además de los constituyentes principales para una Blonde Ale tradicional se agregó grano de amaranto molido.

Este grano de amaranto, de la especie *Amaranthus hypochondriacus* certificado proveniente del municipio de Villa de Arista, San Luis Potosí, México. La Tabla 2 muestra la masa utilizada de cada uno de los constituyentes de las dos formulaciones. Cabe destacar, que la cerveza tradicional tipo Blonde Ale fue asignada como una cerveza control, la cual se comparó con la cerveza Blonde Ale de amaranto. Es importante señalar, que con la finalidad de conservar condiciones mínimas para ser considerada una cerveza de amaranto tipo Blonde Ale, la malta base de cebada debe estar presente en la formulación, por lo cual se estableció un mínimo en porcentaje que debe contener y el resto es sustituido por grano de amaranto.

Tabla 2. Formulación de cervezas Blonde Ale artesanales, control y con amaranto.

Cantidades y porcentajes por litro de cerveza producido

| Blonde Ale tradicional control | Blonde Ale de amaranto |
|--------------------------------|------------------------|
|--------------------------------|------------------------|

## PERSPECTIVAS DE NUEVOS PRODUCTOS A BASE DE AMARANTO: CERVEZA ARTESANAL DE AMARANTO

| <b>Insumo</b> | Masa (kg)     | Concentración (%) | Masa (kg)     | Concentración (%) |
|---------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|
| Malta base    | 0.235         | 18.91             | 0.17          | 13.68             |
| Amaranto      | 0             | 0                 | 0.065         | 5.23              |
| Carapilis     | 0.007         | 0.56              | 0.007         | 0.56              |
| Lúpulo Magnum | 0.00054       | 0.04              | 0.00054       | 0.04              |
| Agua          | 1             | 80.48             | 1             | 80.48             |
| <b>TOTAL</b>  | <b>1.2425</b> | <b>100</b>        | <b>1.2425</b> | <b>100</b>        |

### Elaboración de cerveza y análisis fisicoquímicos

Las dos cervezas, control y de amaranto, fueron fabricadas según el procedimiento para una cerveza Blonde Ale tradicional. Para este fin, se utilizó una planta a nivel laboratorio especialmente diseñada (Figura 1). La planta piloto cuenta con recipientes de agua caliente, macerado y hervido, así como de recipientes especiales para realizar la fermentación, la cual se llevó a cabo a temperatura controlada en una cámara especialmente construida. De este modo, cada una de las cervezas se procesó de la siguiente manera:

1. Pesaje de granos y/o maltas. Se realizó el pesaje exacto de los granos a utilizar.
2. Molienda. Los granos y/o maltas fueron pasados por un molino de rodillos con la finalidad de exponer el contenido interno, aumentando así el área superficial.
3. Macerado. Los granos molidos se sumergieron en una masa igual al total de la suma de pesos de grano en agua entre 62 a 65 °C durante una hora.
4. Filtrado. Se separó la fase líquida de la fase sólida, obteniendo así lo que se denomina mosto, líquido rico en azúcares fermentables y proteínas solubles en agua.



5. Hervido. El primer paso para el hervido es completar un volumen que corresponda al mencionado en la Tabla 2. El volumen a completar dependió del pesaje de maltas y/o granos utilizado en la etapa de macerado, debiendo cumplir con una relación 4:1 de masa de agua por masa de sólidos. Una vez cumplida esta condición se agregó el lúpulo y se hirvió la solución durante una hora, esto con el propósito de intensificar aromas y darle la condición de amargor deseada.
6. Enfriado. El mosto hervido debe ser enfriado lo más rápidamente posible hasta una temperatura cercana a la temperatura ambiente. Esto se realizó como preparación para la fermentación y para evitar la degradación de la materia orgánica presente.
7. Fermentado. El mosto enfriado fue vaciado finalmente a un recipiente acondicionado para la fermentación. Para cumplir con la especificación de una cerveza Blonde Ale tradicional se agregó una levadura de alta fermentación. Se cierra el recipiente y se coloca una válvula tipo AirLock. La fermentación se llevó a cabo en un rango de temperatura entre 19 y 22 °C en una cámara con temperatura controlada durante 2 semanas.
8. Embotellado y maduración. Pasadas las 2 semanas de fermentación, se agregó azúcar al mosto fermentado, para ser embotellado enseguida en recipientes estándar para cerveza (botellas de 335 ml color ambar). Las botellas son cerradas a presión y se dejan madurar durante 2 semanas más, con la finalidad de carbonizar la cerveza. Este proceso se realizó a temperatura ambiente protegido de la luz. Pasadas las dos semanas las botellas son enfriadas a 4 °C con la finalidad de parar toda reacción bioquímica y prepararlas para el consumo.

## PERSPECTIVAS DE NUEVOS PRODUCTOS A BASE DE AMARANTO: CERVEZA ARTESANAL DE AMARANTO

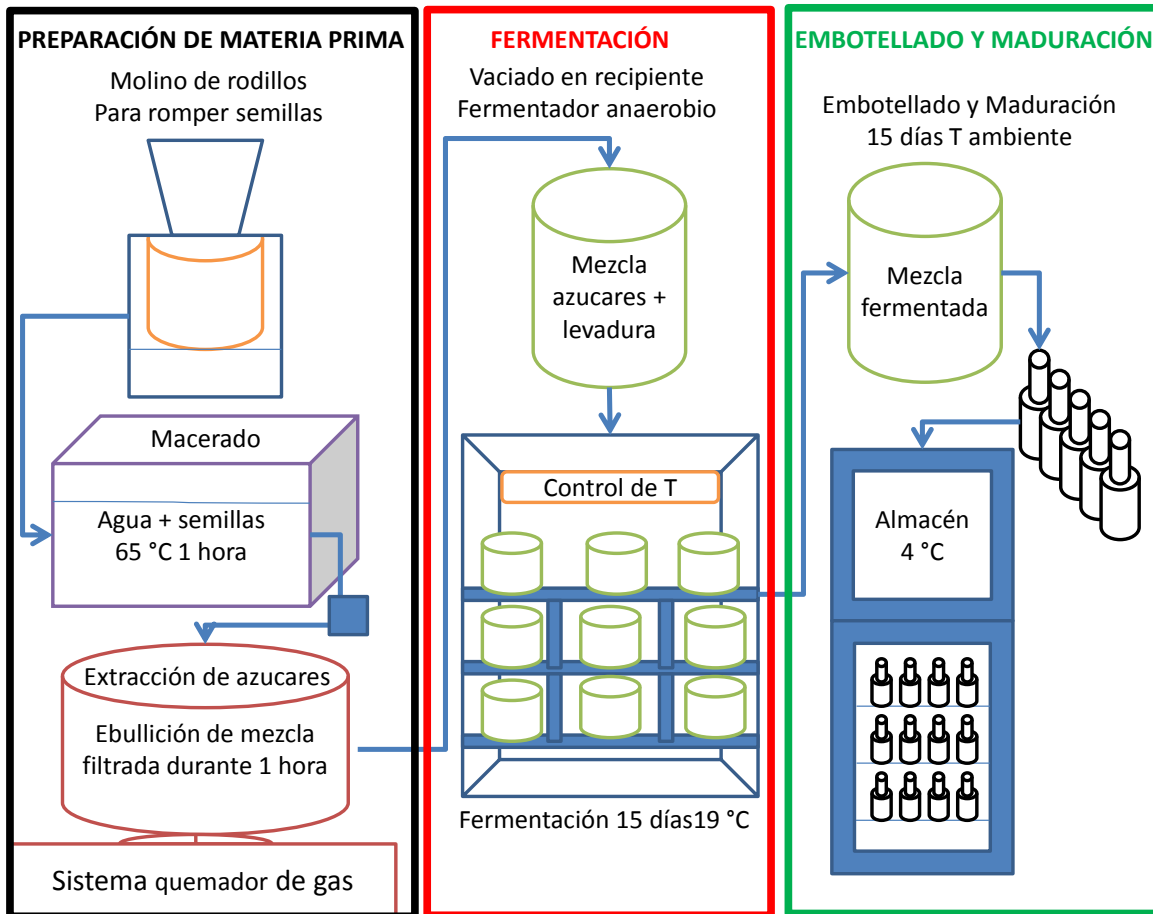


Figura 1. Planta piloto de producción de cerveza con capacidad de producir 15 litros por lote. T = Temperatura

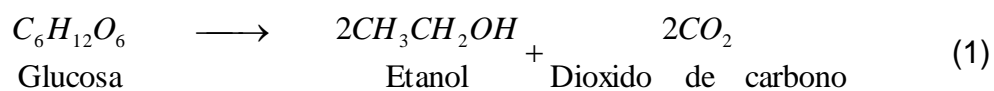
### Caracterización del producto

A fin de caracterizar fisicoquímicamente el producto, se tomaron alícuotas de 100 ml en cada una de las etapas a partir del macerado. De manera particular, se mide densidad aparente del mosto, el mosto fermentado y de la cerveza madurada para la determinación del contenido de alcohol de la cerveza. La densidad es evaluada por medio de un densímetro calibrado y constatado con la medida de volumen y peso.

Debido a que las proteínas determinan características importantes en la calidad de la cerveza como el color, sabor, formación y retención de espuma es importante el

análisis de la concentración y perfiles de proteínas. Para este análisis cada una de las alícuotas es guardada a -20 °C para su posterior análisis electroforético adaptando la técnica de KDS (Veneri y col., 2006) la cual consiste en la formación de un complejo insoluble de potasio-SDS-proteína, el cual es precipitado y lavado con acetona para la posterior recuperación y análisis SDS-PAGE de las proteínas contenidas en las diferentes muestras de cada etapa del proceso.

Para la evaluación de la calidad de la cerveza fisicoquímicamente se tomó una alícuota. De manera particular, se tomaron muestras del mosto del macerado, mosto hervido, mosto fermentado y cerveza final. A fin de evaluar su contenido de alcohol cada una de las muestras es centrifugada a 2000 rpm por 60 segundos, se recupera el sobrenadante y se desecha los fondos. Cada uno de los líquidos sobrenadantes fue evaluado por medio de relación peso/volumen para obtención de la densidad aparente y contenido de azúcares por medio de un refractómetro. La evaluación del % de alcohol se establece a partir de un balance de materia, tomando como base la reacción bioquímica de glucosa en alcohol, con la estequiometría (Ecuación 1):



Mediante un balance estequiométrico y con la lectura de °Brix se determinó el número de moles de glucosa presentes en cada muestra. Este balance se aplica finalmente en la ecuación 1 para la evaluación de la cantidad de etanol y dióxido de carbono producidos.

### Evaluación sensorial

Una vez obtenida y caracterizada la cerveza se realizó una evaluación sensorial. Esta evaluación se llevó a cabo con una población de 16 individuos consumidores habituales de la cerveza, dentro de los cuales se invitó a productores del grano de

## PERSPECTIVAS DE NUEVOS PRODUCTOS A BASE DE AMARANTO: CERVEZA ARTESANAL DE AMARANTO

amaranto del municipio de Villa de Arista, San Luis Potosí, México. Se evaluaron los parámetros de color, espuma, aroma y sabor. La evaluación se realizó de manera ciega, es decir, sin especificar el tipo de cerveza que se evaluaba en el momento. Los evaluadores fueron elegidos equitativamente en género, es decir, se contaba con presencia de hombres y mujeres dentro del panel de evaluación. La prueba sensorial consistió en una evaluación de la aceptabilidad de consumidores habituales. A continuación se muestra la hoja de evaluación entregada a cada uno de los catadores invitados:

### COLOR

El aspecto puede variar: claro, brillante, efervescente, quieto, turbio, nublado o como lodoso. El estilo de algunas cervezas implica que no son filtradas, por lo que pueden presentar partículas suspendidas en el líquido. ¿Es el caso de la cerveza que estás catando? ¿Qué nivel de partículas tiene? ¿Ligeramente turbio, medianamente turbio o fuertemente turbio? Por supuesto, necesitamos identificar el **color** de la cerveza, el cual puede estar entre tonos claros y oscuros: amarillo, ámbar, naranja, rojo, café, rubí, negro o pardo.

### ESPUMA

¿Es pequeña, mediana, grande o enorme? ¿Luce cremosa, espumosa, efervescente o estática como un pico de montaña? ¿Es de color blanco, hueso, café claro u oscuro? ¿Desaparece rápido o es duradera?

### AROMA

Los aromas relacionados con la malta que podemos encontrar son: pan, galleta, melaza, caramelo, cereal, heno, paja, chocolate, café, *toffee*, tostado, quemado, nueces, almendras, maicena. ¿Qué nivel de potencia de esos aromas encontraste: ligero, mediano, fuerte, excesivo?

## SABOR

¿Se confirman como sabores algunos o todos los aromas que detectamos antes?  
¿Aparece algún sabor nuevo? ¿La duración del sabor es corta, mediana o larga?  
La intensidad del dulzor, la acidez y el amargor, ¿es ligera, moderada, potente o excesiva? ¿Percibiste algún sabor relacionado con un defecto?

Una vez establecidos los criterios de la evaluación sensorial se pidió a los evaluadores califiquen del 1 al 5 cada uno de los parámetros. Dentro de esta calificación se establecen los siguientes criterios:

- 1- Me disgusta mucho (muy desagradable)
- 2- Me disgusta (desagradable)
- 3- Me gusta ligeramente (ligeramente agradable)
- 4- Me gusta (agradable)
- 5- Me gusta mucho (muy agradable)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a la metodología establecida en la sección anterior, la cerveza de amaranto fue comparada con una tipo Blonde Ale tradicional. Se determinaron las características fisicoquímicas de cada una de las cervezas. Las alícuotas tomadas de cada resultado después de cada etapa del proceso fueron evaluadas en color, aroma y en apariencia, teniendo en cada caso un resultado favorable dentro de los estándares de la cerveza.

Los resultados muestran una disminución de ° Brix en las etapas de fermentación y madurado, lo cual es indicativo de una producción de etanol. Por parte de la cerveza Blonde Ale Control se obtuvo 3.25 % vol de alcohol, mientras que para la Blonde Ale de Amaranto 3.08 % vol. Estos contenidos de alcohol son adecuados, teniendo en cuenta que la cerveza es una bebida fermentado con niveles bajos de contenido de alcohol. Tal como se esperaba, la densidad disminuye conforme se

avanza en el proceso de producción, signo de una producción continua de alcohol etílico. En cuanto a la apariencia, ambas cervezas cumplen de manera satisfactoria este parámetro, teniendo propiedades de gasificación apropiadas y espuma (Tabla 3).

Tabla 3. Caracterización fisicoquímica de cervezas basada en litro de solución

|                                | <b>Blonde Ale<br/>Control</b> | <b>Blonde Ale<br/>Amaranto</b> |
|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| <b>Mosto</b>                   |                               |                                |
| Densidad                       | 888                           | 940                            |
| ° Brix                         | 7.8                           | 5.4                            |
| Moles glucosa                  | 0.385                         | 0.282                          |
| % vol Alcohol                  | 0                             | 0                              |
| <b>Fermentado</b>              |                               |                                |
| Densidad                       | 866                           | 905                            |
| ° Brix                         | 3.3                           | 1.7                            |
| Moles glucosa                  | 0.159                         | 0.085                          |
| % vol Alcohol                  | 2.63                          | 2.29                           |
| <b>Fermentado +<br/>azúcar</b> |                               |                                |
| Densidad                       | 885                           | 934                            |
| ° Brix                         | 4                             | 4.9                            |
| Moles glucosa                  | 0.197                         | 0.254                          |
| % vol Alcohol                  | 2.63                          | 2.29                           |
| <b>Cerveza</b>                 |                               |                                |
| Densidad                       | 859                           | 932                            |
| ° Brix                         | 3                             | 3.6                            |
| Moles glucosa                  | 0.143                         | 0.186                          |
| % vol Alcohol                  | 3.25                          | 3.08                           |

Densidad aparente en kg/m<sup>3</sup>

## PERSPECTIVAS DE NUEVOS PRODUCTOS A BASE DE AMARANTO: CERVEZA ARTESANAL DE AMARANTO

Debido a que las proteínas determinan características importantes en la calidad de la cerveza como el color, sabor, formación y retención de espuma es importante el análisis de la concentración y perfiles de proteínas. La adaptación del método empleado fue exitosa para la obtención y separación electroforética de proteínas en cerveza y las pruebas realizadas demuestran diferencias entre una cerveza control (sin amaranto) y una cerveza con amaranto, de igual manera se muestra como referencia una cerveza comercial del mismo estilo. Los resultados nos muestran cambios en los perfiles de proteínas durante las diferentes etapas del proceso, así como, entre la cerveza control y la cerveza con amaranto. En la Figura 2 se indican algunas de las diferencias cualitativas enmarcando en rojo aquellas bandas de proteínas grupos más características.

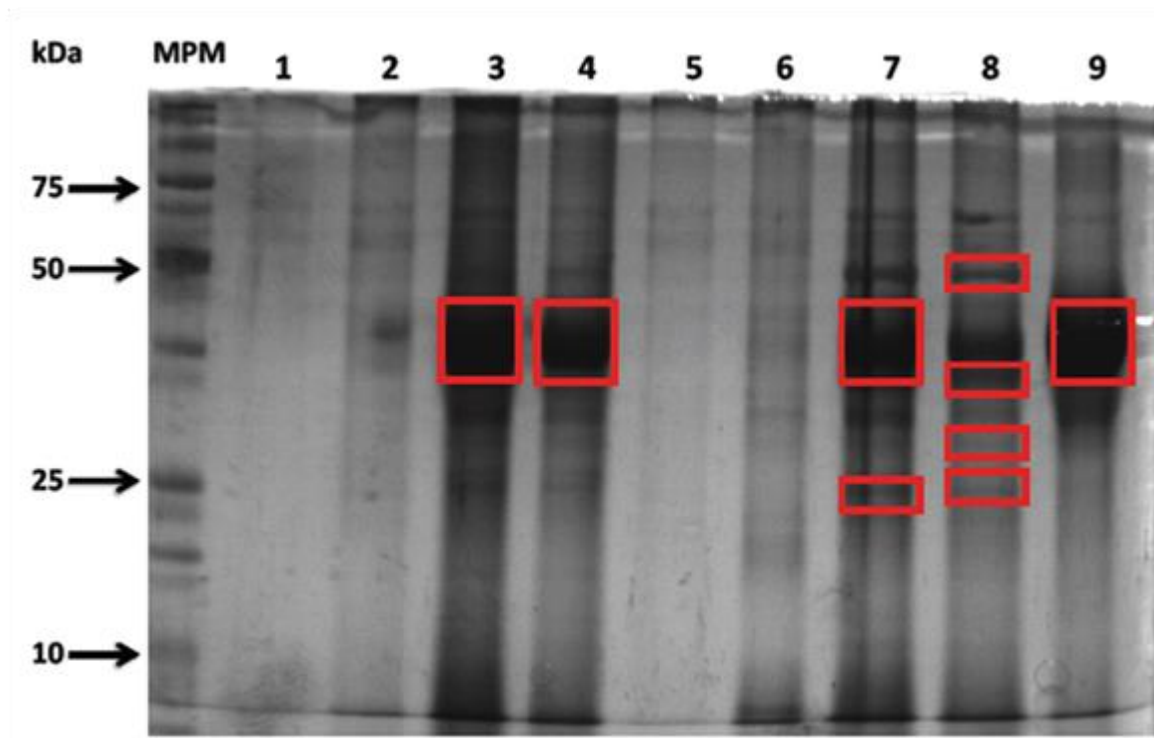


Figura 2. Gel de poliacrilamida para los distintos procesos de elaboración de cerveza.

Carriles: MPM. Marcado de Peso Molecular, 1. Macerado control, 2. Macerado amaranto, 3. Hervido control, 4. Hervido amaranto, 5. Fermentado control, 6. Fermentado amaranto, 7. Producto final control, 8. Producto final amaranto, 9. Cerveza comercial artesanal.

Los cambios cualitativos en los patrones electroforéticos del producto final indica que el amaranto está contribuyendo con proteínas adicionales a las de malta de cebada tanto en la cerveza control como en la cerveza comercial. Estas diferencias pueden ser percibidas finalmente de forma sensorial, lo cual altera la aceptación de los consumidores. Este análisis abre las puertas a una búsqueda más exhaustiva en los cambios proteicos que puedan permitir la identificación de aquellas proteínas que contribuyen a las características organolépticas y nutracéuticas de una cerveza con amaranto. Principalmente se observan los últimos tres canales del análisis electroforético, correspondientes a la cerveza control sin amaranto (7), cerveza con amaranto (8) y cerveza comercial tipo blonde Ale. En color rojo se encierran las bandas significativas que identifican cualitativamente el contenido protéico de cada una de las cervezas. La cerveza con amaranto (8) exhibe bandas diferentes de proteínas que no aparecen en la cerveza control (7), lo cual indica que es posible tener proteínas aportadas por el amaranto, en las cuales pueden existir péptidos bioactivos reportados en la bibliografía (Broekaert y col. 1992, Silva-Sanchez y col. 2008, Tiago y col. 2009, Maldonado y col. 2010). La cerveza comercial aparece con una distribución de proteínas pobre, indicando que podrían existir, durante su fabricación etapas de purificación que eliminan parte de las proteínas o que utilicen mezcla de maltas pobres en contenido protéico.

En cuanto a los análisis sensoriales, se demuestra la buena aceptación de consumidores comunes de cerveza. La Figura 3 muestra primeramente la evaluación del color de ambas cervezas. La cerveza de amaranto (cerveza tradicional tipo Blonde Ale con contenido de grano de amaranto) obtuvo una calificación superior que la cerveza artesanal de control (cerveza elaborada sin amaranto de acuerdo a los estándares de fabricación conocidos para el estilo Blonde Ale). 63 % de los comensales consideraron que el color de la cerveza de amaranto es verdaderamente agradable, sumando un 31 % con consideración de agradable, sumando un 94 % de participantes que aceptan el color de esta



## PERSPECTIVAS DE NUEVOS PRODUCTOS A BASE DE AMARANTO: CERVEZA ARTESANAL DE AMARANTO

cerveza. Esto es comparado contra el 87 % de evaluadores que consideraron que la cerveza tradicional de control es aceptable.

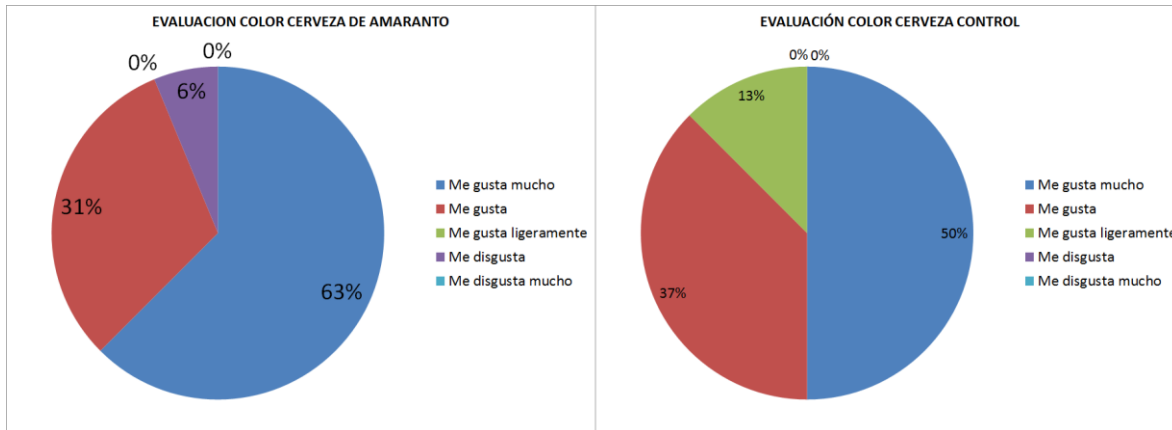


Figura 3. Evaluación sensorial del color de la cerveza. Izquierda cerveza con amaranto; Derecha cerveza control tradicional sin amaranto. Ambas cervezas bajo el estilo Blonde Ale.

De la misma manera, la Figura 4 muestra la evaluación sensorial en cuanto la apariencia visual que proporciona la espuma presente en cada una de las cervezas. De forma general, el 93 % de los evaluadores consideraron que la cerveza con amaranto contiene un nivel adecuado de espuma, contra el 62 % que opina lo mismo para la cerveza control. Este criterio puede ser atribuido a un mayor contenido proteico que proporciona incluir el amaranto en la fórmula. Este mayor contenido proteico provoca finalmente una espuma visible en la cerveza, la cual atrae a los consumidores. Es importante mencionar, que el 13 % de los evaluadores consideraron muy desagradable el contenido de espuma para la cerveza control, esto debido a la buena apariencia que le dio el contenido proteico atribuido al amaranto.

PERSPECTIVAS DE NUEVOS PRODUCTOS A BASE DE AMARANTO: CERVEZA ARTESANAL DE AMARANTO

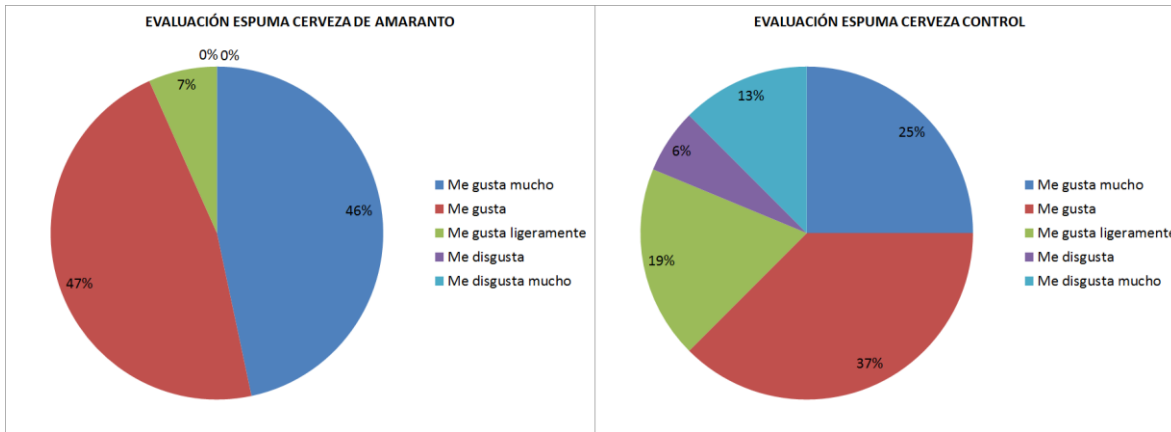


Figura 4. Evaluación sensorial del contenido de espuma de la cerveza. Izquierda cerveza con amaranth; Derecha cerveza control tradicional sin amaranth. Ambas cervezas bajo el estilo Blonde Ale.

Por parte de la evaluación del aroma, la Figura 5 muestra los resultados. Los evaluadores de esta prueba sensorial determinaron que la cerveza de amaranth cuenta con un mejor aroma que la cerveza control. Esto se demostró con un 81 % de evaluadores que calificaron el aroma como agradable a muy agradable, contra un 75 % que se decidió por la cerveza control sin amaranth. Un 6 % de los miembros del panel de evaluación consideró que el aroma de la cerveza control era muy desagradable al compararlo con la cerveza de amaranth.

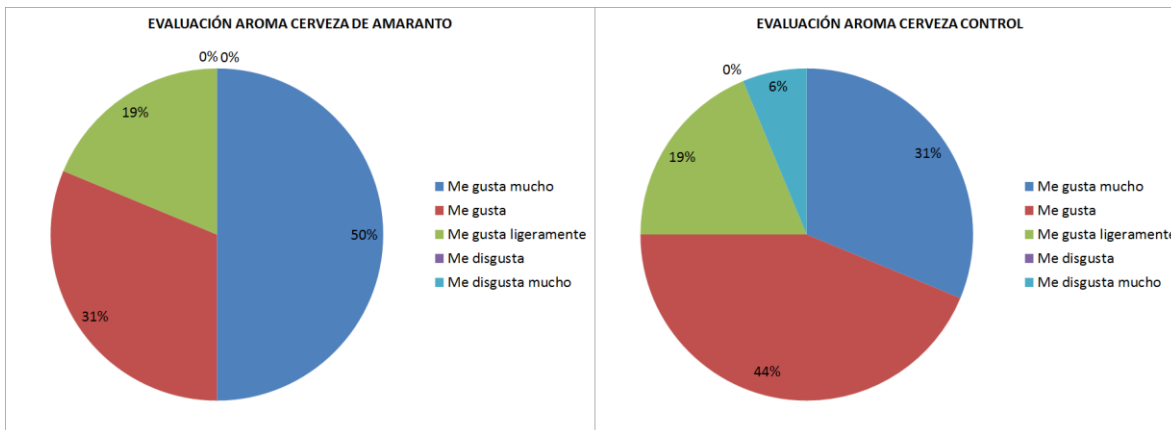


Figura 5. Evaluación sensorial del aroma de la cerveza. Izquierda cerveza con amaranth; Derecha cerveza control tradicional sin amaranth. Ambas cervezas bajo el estilo Blonde Ale.

## PERSPECTIVAS DE NUEVOS PRODUCTOS A BASE DE AMARANTO: CERVEZA ARTESANAL DE AMARANTO

Finalmente, el sabor de la cerveza de amaranto fue considerado entre agradable y muy agradable para el 87 % de los integrantes del panel de evaluación sensorial. Esto es comparado contra el 79 % que consideraron lo mismo para la cerveza control. Al igual que para los dos criterios anteriores, hubo un porcentaje de los evaluadores que rechazó completamente el sabor de la cerveza control, en total 7 %, el cual es congruente con la percepción de aroma y espuma.

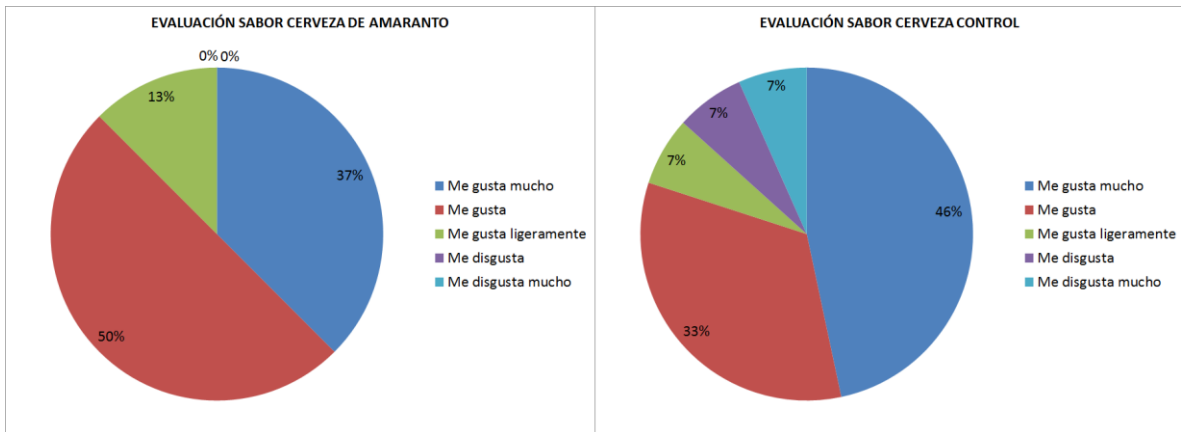


Figura 6. Evaluación sensorial del sabor de la cerveza. Izquierda cerveza con amaranto; Derecha cerveza control tradicional sin amaranto. Ambas cervezas bajo el estilo Blonde Ale.

Tomando en cuenta los criterios de evaluación sensorial descritos en la parte de metodología (1- muy desagradable y 5 muy agradable), la cerveza artesanal de amaranto obtuvo una calificación global de 4.38 contra 3.97 que se obtuvo para la cerveza tradicional de control. Estas calificaciones resultan del promedio de los cuatro criterios que involucra el análisis sensorial (Tabla 4).

PERSPECTIVAS DE NUEVOS PRODUCTOS A BASE DE AMARANTO: CERVEZA ARTESANAL DE AMARANTO

Tabla 4. Resultados de la evaluación sensorial de cervezas.

| Evaluador                               | Color |       | Espuma |       | Aroma |       | Sabor       |       |
|---|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------------|-------|
|   | Amar  | Cont  | Amar   | Cont  | Amar  | Cont  | Amar        | Cont  |
| 1                                       | 2     | 3     | 4      | 1     | 4     | 1     | 4           | 1     |
| 2                                       | 5     | 5     | 4      | 3     | 4     | 4     | 5           | 5     |
| 3                                       | 5     | 5     | 5      | 2     | 5     | 4     | 5           | 4     |
| 4                                       | 5     | 5     | 3      | 4     | 4     | 5     | 4           | 5     |
| 5                                       | 5     | 5     | 5      | 4     | 4     | 4     | 4           | 5     |
| 6                                       | 5     | 4     | 4      | 4     | 5     | 4     | 4           | 2     |
| 7                                       | 4     | 4     | 4      | 3     | 3     | 3     | 4           | 4     |
| 8                                       | 5     | 5     | 5      | 5     | 5     | 5     | 5           | 5     |
| 9                                       | 4     | 4     | 4      | 4     | 4     | 3     | 4           | 3     |
| 10                                      | 4     | 4     | 5      | 4     | 5     | 4     | 4           | 4     |
| 11                                      | 5     | 4     | 5      | 5     | 5     | 4     | 5           | 5     |
| 12                                      | 5     | 5     | 5      | 5     | 5     | 3     | 4           | 3     |
| 13                                      | 5     | 5     | 5      | 1     | 5     | 5     | 5           | 5     |
| 14                                      | 4     | 3     | 4      | 3     | 3     | 4     | 3           | 4     |
| 15                                      | 4     | 4     | 4      | 4     | 5     | 5     | 5           | 4     |
| 16                                      | 5     | 5     | 5      | 5     | 3     | 5     | 3           | 5     |
| PROMEDIO                                | 4.5   | 4.37  | 4.43   | 3.56  | 4.31  | 3.93  | 4.25        | 4.0   |
| Desv STD                                | ±0.67 | ±0.52 | ±0.4   | ±1.73 | ±0.63 | ±1.13 | ±0.47       | ±1.47 |
| <b>PROMEDIO GLOBAL CERVEZA AMARANTO</b> |       |       |        |       |       |       | <b>4.38</b> |       |
| <b>PROMEDIO GLOBAL CERVEZA AMARANTO</b> |       |       |        |       |       |       | <b>3.97</b> |       |

Amar: Cerveza Artesanal tipo Blonde Ale con amaranto

Cont: Cerveza Artesanal tipo Blonde Ale control sin amatanto

Desv STD: Desviación estandar

## CONCLUSIONES

La elaboración de una cerveza artesanal con amaranto es posible siguiendo el procedimiento de fabricación establecido para este producto. Se ha comprobado que la integración de amaranto no altera el proceso de fermentación que establece la producción de alcohol, haciendo énfasis en que el grano de amaranto aporta, igual que la cebada, un porcentaje de azúcares fermentables. Un análisis electroforético permitió caracterizar el perfil protéico en cada una de las etapas, tanto de la cerveza tipo Blonde Ale tradicional (control), así como de la cerveza que incluye amaranto. La comparación entre cervezas, incluyendo el análisis de una cerveza comercial del mismo estilo, permitió constatar algunas diferencias en cuanto al perfil de proteínas, observando que la cerveza de amaranto fue la que exhibió mayor variedad de proteínas al presentar mayor número de bandas en diferentes niveles de pesos moleculares. Finalmente un análisis sensorial ciego, hecho con consumidores habituales de cerveza resultó en una aceptación mayor de la cerveza de amaranto, con respecto a la cerveza tradicional (control). La calificación global del amaranto fue de 4.38 contra 3.97 de la cerveza tradicional tipo Blonde Ale (en una escala del 1 al 5), permitiendo deducir que existe un potencial comercial para la cerveza que incluye amaranto. Las posibilidades del amaranto son diversas en cuanto al desarrollo potencial de productos de mayor valor agregado. La cerveza de amaranto se posiciona como una posibilidad real, dadas las pruebas sensoriales, fisicoquímicas y proteicas que se le han realizado.

## BIBLIOGRAFÍA

Becerra R. (2000). El amaranto: nuevas tecnologías para un antiguo cultivo. *Biodiversitas* 30, pag 1-6.

Broekaert W. F., Marien W., Terras F. R. G., De Belle M. F., Proosts Jozef V. D. C. Paul, y col. (1992). Antimicrobial Peptides from *Amaranthus caudatus* Seeds with Sequence Homology to the Cysteine/Glycine-Rich Domain of Chitin-Binding Proteins. *Biochemistry*, 31, pag.4308-4314

PERSPECTIVAS DE NUEVOS PRODUCTOS A BASE DE AMARANTO: CERVEZA ARTESANAL DE AMARANTO

Eßlinger H. M. (2009). Handbook of Brewing; Processes, Technologies and Markets. Germany, Wiley-VCH.

Hayashida F. (2008). Ancient Beer and Modern Brewers: Ethnoarchaeological Observations of Maize Beer (*chicha*) Production in Two Regions of the North Coast of Peru. Journal of Anthropological Archaeology 27, pag 161-74

Hayden B., Canuel N., Shanse J. (2013). What Was Brewing in the Natufian? An Archaeological Assessment of Brewing Technology in the Epipaleolithic. Journal of Archaeological Method and Theory, Vol. 20:1, pp 102-150

Hernández-Garciadiego R., Herrerías-Guerra. (1998). "Amaranto: Historia y Promesa", Tehuacán: Horizonte del Tiempo Vol. 1, pag: 529.

Korhonen H. and Pihlanto A. (2003). Food-derived Bioactive Peptides Opportunities for Designing Future Foods. Current Pharmaceutical Design, 9, pag.1297-1308.

Maldonado-Cervantes E., Jin-Jeong H., Leon-Galvan F., Barrera-Pacheco A., De Leon-Rodriguez A., y col. (2010). Amaranth lunasin-like peptide internalizes into the cell nucleus and inhibits chemical carcinogen-induced transformation of NIH-3T3 cells, Peptides 31, pag. 1635-1642

Okafor N., Iwouno J. (1990). Malting and brewing qualities of some Nigerian rice (*Oryza sativa* L.) varieties and some thoughts on the assessment of malts from tropical cereals. World Journal of Microbiology and Biotechnology 6, pag 187-194

Orlove B., and Schmidt E. (1995). Swallowing their pride: Indigenous and industrial beer in Peru and Bolivia. Theory and Society 24, pag 271-298.

Owuama C.I. (1997). Sorghum: a cereal with lager beer brewing potential. World Journal of Microbiology & Biotechnology 13, pag. 253 – 260.

Renneberg R. (2008). *Bioteconología para principiantes*. Barcelona, España, Editorial Reverté.

Silva-Sánchez C. (2007). Tesis: Caracterización fisicoquímica y nutracéutica (*Amaranthus Hypochondriacus*) cultivado en San Luis Potosí. IPICYT San Luis Potosí.

Silva-Sanchez C., Barba de la Rosa A. P., Leon-Galvan M. F., De Lumen B. O., De Leon Rodriguez A., Gonzalez-Mejia A. (2008). Bioactive Peptides in Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) Seed. J. Agric. Food Chem. 56 pag: 1233–1240

Teramoto Y., Yoshida S., Ueda S. (2002). Characteristics of a rice beer (zutho) and a yeast isolated from the fermented product in Nagaland, India. World Journal of Microbiology & Biotechnology 18, pag 813–816.

Tiengo A., Faria M., and Netto F.M. (2009). Characterization and ACE-inhibitory activity of amaranth proteins, journal of food science, vol. 74:5, pag.121-126.

PERSPECTIVAS DE NUEVOS PRODUCTOS A BASE DE AMARANTO: CERVEZA ARTESANAL DE AMARANTO