

## **EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES DE AGUAMIEL DE CABUYA (*Furcraea andina*) EN LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE UNA BEBIDA DESTILADA TIPO TEQUILA BLANCO.**

### **EFFECT OF THE CONCENTRATION OF SOLUBLE SOLIDS OF CABUYA MEAD (*Furcraea andina*) ON SENSORIAL CHARACTERISTICS OF DRINK DISTILLED WHITE TEQUILA**

**Wilson Augusto Barrantes Vega**

Ex Alumno de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

Universidad César Vallejo

**E-mail:** wilson\_fl2107@hotmail.com

Recibido: 7 enero 2013 - Aceptado: 31 enero 2013

#### **RESUMEN**

Para determinar el efecto de la concentración de sólidos solubles de aguamiel de cabuya (*Furcraea andina*) en las características sensoriales de una bebida destilada tipo tequila blanco, se planteó una investigación experimental de estímulo creciente, teniendo como población a las plantas maduras de cabuya (*F. andina*) que crecen de forma silvestre en la provincia de Otuzco. Se evaluaron tres concentraciones de sólidos solubles (15°, 20° y 25°Bx). En cada etapa del proceso se controló el comportamiento del pH, Brix y azúcares reductores durante el tiempo de fermentación, así como el grado alcohólico de cada destilado y sus características sensoriales para determinar cuál tiene el parecido más marcado con el tequila blanco comercial. El análisis sensorial se realizó a través de 2 pruebas: la del triángulo, realizada por 10 jueces cuyos resultados demostraron que las concentraciones de 15° y 20°Bx no se diferencian estadísticamente con el patrón comparado (tequila blanco); y una segunda prueba con 2 catadores especialistas en licores, quienes caracterizaron cada destilado incluido el tequila blanco, quienes concluyen que existe una gran semejanza entre las características del tequila blanco y el destilado a 20°Bx de aguamiel. Se determina que el efecto de someter el aguamiel de cabuya a una concentración de 20°Bx brindará un bebida destilada tipo tequila blanco.

**Palabras clave:** sólidos solubles, cabuya, tequila blanco, características sensoriales.

#### **ABSTRACT**

To determine the effect of soluble solids concentration of cabuya (*Furcraea Andean*) on sensory characteristics of white tequila distilled beverage type, an experimental investigation was raised increasing stimulus, with the population of mature plants (*F. andean*) that grew wild in the province of Otuzco. We evaluated three soluble solids concentrations (15 °, 20 ° and 25° Bx). At each stage of the process behavior was controlled pH, Brix and reducing sugars during fermentation time and the alcohol content of each distillate and sensory characteristics to determine which has the most marked resemblance to white tequila business. Sensory analysis was performed by 2 tests: the triangle, by 10 judges and the results showed that concentrations of 15 and 20°Bx not differ statistically with the pattern compared (tequila white) and a second test with 2 tasters specialists in spirits, who characterized every tequila distilled including white, who conclude that there is a great similarity between the characteristics of white tequila and distilled at 20°Bx of mead. It is determined that the effect of subjecting the cabuya Mead at a concentration of 20°Bx provide a tequila drink distilled white rate.

**Key words:** soluble solids, cabuya, white tequila, sensory characteristics.

## I. INTRODUCCIÓN

La cabuya (*Furcraea andina*) es una planta endémica del Perú, típica de las yungas y vertientes occidentales andinas; en la sierra, crece desde los 1450 hasta los 3000 msnm. Esta planta se desarrolla en las regiones costa, yunga y quechua. Perteneciente a la familia de las agaváceas, está provista de espinas en sus bordes con hojas carnosas y muy fibrosas, posee flores amarillas y se reproduce por renuevos que brotan del contorno de sus raíces. Este vegetal es de múltiples usos: de su fibra se hacen hilos, de sus hojas papel, de sus espinas agujas, y sus hojas jabonosas sirven como detergente. Además el zumo fermentado da una agradable bebida, es por ello que los cronistas decían que esta maravillosa planta regalaba, aguja, hilo, vestido, cuerdas, miel, vino, vinagre, papel, jabón y alimento (Hurtado, 2008). Sin embargo en la actualidad, esta planta silvestre no es valorada lo suficiente en nuestro país. En la provincia de Otuzco, departamento de La Libertad; la cabuya crece de forma silvestre pudiendo proporcionar a la población de múltiples beneficios; pero su uso en esta provincia se ve limitado exclusivamente a emplear las hojas de la planta para la elaboración de sogas e hilos artesanales, destinando las otras partes de la cabuya, entre ellas principalmente su corazón, como abono en compost para los campos de cultivo de las principales especies que se siembran en la localidad (información brindada por los agricultores de Otuzco, 2012). Otuzco es caracterizada como una provincia olvidada, según hacen mención los mismos pobladores de la zona, dedicada netamente a la agricultura la cual es una de sus dos fuentes de ingresos además del turismo; a lo largo de Otuzco los campesinos se dedican a la siembra de papa, trigo y cebada, principalmente, y algunas variedades de frutas y hortalizas. Al industrializar partes de esta planta, se podrá dar un mayor valor agregado prioritariamente a su corazón, donde se concentra el jugo o aguamiel encontrándose ahí su contenido de

sólidos solubles, de la cual, evaluando su adecuada y óptima concentración para realizar el proceso de fermentación alcohólica de la misma, se podría obtener un destilado con adecuadas características sensoriales; y además de ello, evaluar si dicho destilado presenta similares características que el tequila, bebida internacional elaborada a partir del *Agave tequilana weber*, planta propia de México. De esa forma, se podrá brindar a la provincia un nuevo ingreso económico que mejore la calidad de vida de sus pobladores, mediante el procesamiento a escala industrial de un producto que cumpla con todas las características técnicas exigidas por los organismos de control y les permita comercializarlo al mercado nacional, en un primer momento, y a los mercados internacionales en una segunda etapa, impulsando así el desarrollo en su agricultura y agroindustria. Por ello es que el objetivo principal de la investigación consistió en determinar el efecto de la concentración de sólidos solubles de aguamiel de cabuya (*Furcraea andina*) en las características sensoriales de una bebida destilada tipo tequila blanco. Antecedentes a la presente investigación se encontró que el Centro de Estudios de Investigación en Biotecnología CIBIOT (2010), de la Universidad Pontificia Bolivariana, menciona que se desarrolló un proceso para la producción de etanol por fermentación, empleando para ello jugo de fique (cabuya), un desecho derivado de la explotación de esta planta, el cual representa una fuente de impacto ambiental negativo para múltiples ecosistemas acuáticos y terrestres. Se propone un sistema optimizado el cual es capaz de transformar los azúcares presentes en el jugo de fique en etanol, mediante un proceso de fermentación con microorganismos resistentes a las condiciones agresivas de acidez de este. De una planta de fique se extrae el 4% de la fibra que es lo que se comercializa, el otro 96% es bagazo y jugos. Pero no solo etanol se extrae del fique; el CIBIOT de la UPB sede Medellín también aprovecha el

bagazo. "El bagazo que sacamos los incorporamos al suelo; hicimos ensayos en que ese fique incorporado en el suelo capta los químicos en exceso y fuera de eso los degrada en poco tiempo, haciendo que el suelo no solo quede liberado de ese químico sino que también le da una mejora al suelo", explica Margarita Enith Ramírez Carmona, integrante del centro de investigación. Quienes trabajan hoy el fique pueden vivir de él todo el año, porque no es monocultivo sino que se usa como lindero y al mismo tiempo se hacen otros cultivos. Por otro lado, Jurado y Sarzosa (2009), de la Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria de la Escuela Politécnica Nacional de Quito – Ecuador, realizaron un estudio de la cadena agroindustrial en la producción de miel y licor de la cabuya negra (*Agave americana*) proveniente de Pujilí. La investigación consiste en un estudio de factibilidad para la producción y comercialización de miel y licor elaborados a base del aguamiel que exuda del *Agave americana* que crece en los Valles de Pujilí. Para la elaboración de miel de cabuya se realizaron 12 casos experimentales, en cada caso experimental se trabajó con el uso de diferentes formulaciones de aditivos alimentarios. Los productos obtenidos en cada caso fueron sometidos a una evaluación sensorial, obteniéndose que la muestra con mayor aceptación se usó Carboximetilcelulosa (CMC) al 0,3% en peso, conservante Natamax 100 ppm y aguamiel concentrada a 65°Brix. Por otro lado, en la etapa de obtención del licor de cabuya a partir también del aguamiel de la cabuya negra, se realizaron 18 casos experimentales cada uno con su repetición. En los casos estudiados los dos mejores rendimientos de alcohol se obtuvieron cuando se empleó el 1% y 0.5% en peso del inóculo (levadura fresca), ambos tratamientos enriquecidos con nutrientes químicos al 0,02% de amonio fosfato dibásico y con un aguamiel de 18°Brix. Estas muestras fueron sometidas a un proceso de catado por dos personas especializadas y la que obtuvo mayor calificación fue la muestra

en la que se empleó el 0,5% de inóculo. En el proyecto de producción y comercialización de la miel de cabuya se obtuvo un TIR del 24% y un VAN de 10681 dólares y para el licor de cabuya se obtuvo un TIR del 26% y un VAN de 26086 dólares, demostrando la factibilidad de los proyectos mencionados. Específicamente en el Perú, Bautista y Arias (2006), detallan que una las plantas que crece y se adapta muy bien a tierras áridas y secas de nuestro territorio es el *Agave americana L.*, conocida en nuestro país como maguey, pajpa o cabuya. Esta planta, originaria de México, crece casi en todo los valles interandinos del Perú. Los pobladores aprovechan el maguey con diversos fines: medicinales, obtención del aguamiel que es apreciado por los pobladores por su sabor dulce agradable, es un líquido de colores que varían de blanco tenue a amarillo claro, es altamente inestable, fácilmente se fermenta, motivo por el cual no se puede transportar desde los lugares de producción a lugares distantes a más de tres horas para su comercialización sin haber aplicado algún tratamiento para su conservación. El conocimiento y consumo de aguamiel en nuestro país, se está propagando de generación a generación como un alimento de uso popular, sin embargo no se conoce su verdadero valor nutricional. Se realizó la determinación químico bromatológico de "aguamiel" de *Agave americana L.*, procedente de la provincia de Vilcashuamán, Región Ayacucho (Perú) utilizando los métodos de la AOAC, para la determinación del contenido de agua, proteína total, extracto etéreo, ceniza, fibra cruda, azúcares reductores, azúcares reductores totales. El factor utilizado para calcular proteína fue 6,25. Los carbohidratos fueron obtenidos por diferencia, es decir sustrayendo de 100 la suma de agua, proteína total, extracto etéreo, ceniza y fibra cruda. Los minerales fueron determinados utilizando los métodos analíticos por espectrofotometría de Absorción Atómica Perkin Elmer, excepto fósforo determinado por el método

espectrofotométrico. La vitamina C fue determinada con el método de titulación con el 2,6 - diclorofenolindofenol. Se obtuvieron los siguientes resultados expresados en g% de muestra fresca: 87,38 de humedad; 0,30 de proteína; 0,01 de grasa; 12,03 de carbohidratos; 0,23 de cenizas; 0,05 de fibra cruda; 0,97 de azúcares reductores. Asimismo, 9,08 de azúcares reductores totales, expresado en g% de glucosa. Los minerales expresados en mg%: 16,92 de sodio; 21,56 de potasio; 7,41 de magnesio; 9,51 de calcio; 4,20 de fósforo; 0,06 de hierro; 0,07 de zinc; 0,02 de cobre y 14,82 mg% de Vitamina C. El presente proyecto trata de profundizar en el estudio de esta planta, específicamente del aguamiel o jugo que se obtiene del corazón de la misma previo a su inflorescencia, analizando diferentes concentraciones de sólidos solubles para determinar cuál será la óptima y adecuada capacidad fermentativa, otorgando adecuadas propiedades sensoriales en un destilado alcohólico tipo tequila blanco, realizando un análisis comparativo con el tequila blanco para determinar si la calidad de este nuevo producto es similar al del destilado mexicano ya conocido a nivel internacional. El motivo por el cual es necesario realizar dicha comparación es porque la cabuya al igual que el agave mexicano, aunque de diferentes especies, pertenecen a la familia de las agaváceas conteniendo, en el jugo de ambas, propiedades similares para la obtención de un destilado alcohólico.

Este proyecto se justifica desde el punto de vista económico, ya que la participación de la cabuya industrializada en el mercado regional y nacional es nula. Situándonos específicamente en Otuzco, provincia liberteña de donde se estudió esta agavácea, la producción de la cabuya (*F. andina*) silvestre sólo se ve limitada a elaborar sacos, sogas o hilos para uso del mismo campesinado (varios informantes

de Otuzco, 2012), soslayando la gama de productos que también se pueden obtener; entre ellos, el aprovechamiento de su jugo para producir bebidas fermentadas. Con el adecuado estudio del jugo de cabuya conocido como "aguamiel" y su posterior procesamiento a escala industrial para lograr obtener un destilado alcohólico de óptimas características sensoriales tal como lo tiene el tequila mencionado en párrafos anteriores, se podrá solucionar progresivamente el deprimente estado económico en el cual se ve inmerso los pobladores de esta provincia, teniendo así a la cabuya como otra fuente de ingresos no sólo con la elaboración a pequeña escala artesanal de sogas o hilaturas sino con la entrada en el mercado de un producto con mayor demanda como lo es un destilado alcohólico. Es por ello que existe una gran relevancia en el estudio del aguamiel de la cabuya peruana con el objetivo de ofertar un nuevo producto elaborado con plantas silvestres y nativas del Perú; alternando los cultivos convencionales de Otuzco por el ingreso de uno nuevo, con mayores posibilidades de salir al mercado interno así como externo. Así mismo, cabe mencionar que la cabuya también es cultivada en otros países principalmente Colombia, Venezuela y Ecuador; de los cuales, y según antecedentes encontrados, en Colombia ya se está desarrollando un proceso industrial de hilatura de la cabuya; y en Ecuador, a partir de su variedad Cabuya Negra (*Agave americana*), ya se hicieron pruebas de factibilidad para la obtención de miel y licor de esta variedad. Ambas investigaciones; son, por no decir nulas, muy escasas en nuestro país, lo cual es motivo razonable para profundizar en la investigación de la cabuya peruana, apoyándonos de un benchmarking de los estudios de los países mencionados anteriormente.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### • Población y muestra

Se tomó como población a las plantas de cabuya (*F. andina*) maduras que crecen de forma silvestre en la provincia de Otuzco, La Libertad – Perú, planta conocida en la localidad como “penca prieta”.

Se hizo un muestreo por conveniencia para realizar el acondicionamiento de las plantas maduras.

### • Materiales y equipos empleados:

#### ➤ Determinación de grados brix:

- ✓ Muestra de aguamiel antes y durante la fermentación.
- ✓ Refractómetro manual.
- ✓ Gotero para extracción de muestra.

#### ➤ Determinación de pH:

- ✓ Muestra de aguamiel antes y durante la fermentación
- ✓ Vaso de precipitado de 250 mL.
- ✓ 1 pHmetro calibrado.
- ✓ Solución buffer.

#### ➤ Detección de azúcares reductores:

- ✓ Muestra de aguamiel de cabuya en proceso fermentativo.
- ✓ Reactivo de Benedict.
- ✓ 1 Gradilla de tubos de ensayo.
- ✓ 6 Tubos de ensayo.
- ✓ 1 Pipeta de 10 mL.
- ✓ Baño María en ebullición.

#### ➤ Determinación de grado alcohólico:

- ✓ Muestra del destilado alcohólico de cabuya.
- ✓ Alcohómetro de 10 – 20% OIML.
- ✓ Termómetro de 100°C
- ✓ Probeta de 50 mL.

#### ➤ Determinación de propiedades sensoriales:

- ✓ 10 jueces entrenados en elaboración de licores (de

escuelas gastronómicas).

- ✓ 90 boletas de prueba triangular.
- ✓ 2 catadores especializados en destilados alcohólicos.
- ✓ 8 cartillas evaluativas para licores de agave.

### • Metodología:

1. Para la determinación de grados brix se empleó el refractómetro según la AOAC 22.024/84.932/90.
2. Para la determinación de pH se empleó el potenciómetro, según el método 981.12/90 de la AOAC.
3. Para la detección de azúcares reductores del aguamiel de cabuya en fermentación se empleó el método de reacción de Benedict (Pinedo, 2008).
4. Para la determinación del volumen alcohólico del destilado obtenido de las diferentes concentraciones de aguamiel de cabuya se empleó el método de la medida de la densidad del destilado, a través del alcohómetro (Castro, 2012).
5. La evaluación sensorial es realizada por dos estudios de diferencias de las bebidas obtenidas con respecto a un patrón ante un panel calificador: primer estudio con jurados entrenados aplicando la prueba del triángulo (Ureña y D'Arrigo, 1999); y un segundo estudio realizando la caracterización sensorial de cada destilado por catadores especializados en licores aplicando una ficha evaluativa de licores de agave brindada por el Consejo Regulador del Tequila (Academia Mexicana del Tequila, 2005). Así mismo, la Figura 1 muestra el flujograma de obtención del cogollo de cabuya



Figura 1: Flujograma de obtención del cogollo de cabuya

En la Figura 2 se muestra el flujograma de elaboración del destilado de cabuya a las diferentes concentraciones de aguamiel.

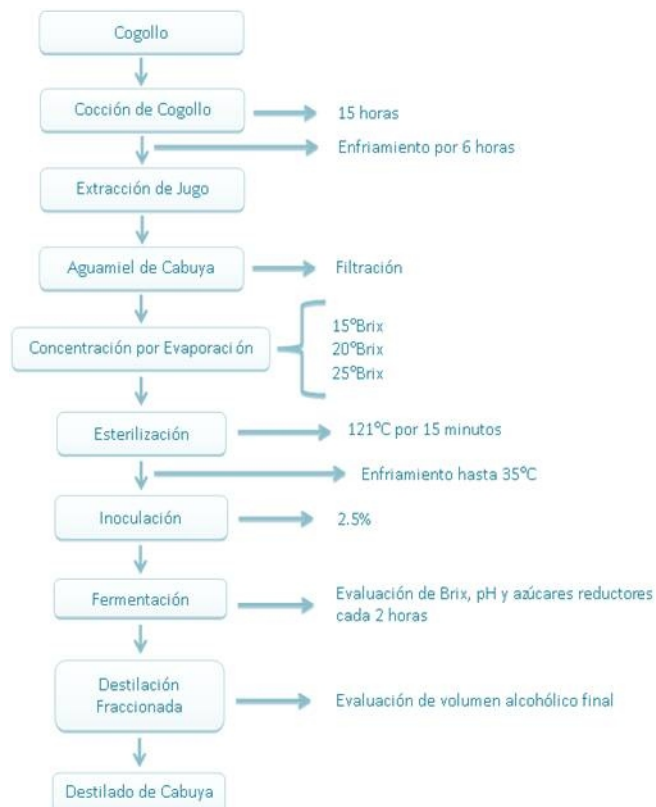


Figura 2: Flujograma de obtención del destilado de cabuya

### III. RESULTADOS

Luego de someter los cogollos cocidos a extracción, se obtuvo un jugo o aguamiel cuyas características resultantes se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Características del Aguamiel de Cabuya

<b>Grados Brix</b>	<b>15° Bx</b>
Color	Café
Olor	Característico a cabuya
Sabor	Dulce característico a cabuya
Aspecto	Líquido poco viscoso

Fuente: Resultados obtenidos del experimento

Durante la etapa de fermentación se realizaron pruebas preliminares para determinar el porcentaje de inóculo con el cual trabajar en la experimentación oficial, para lo cual se probó con inóculos desde 0,5 hasta 5%, resultando conveniente trabajar con un porcentaje de levadura de 2,5% en peso tal como se muestran en la Tabla 2.

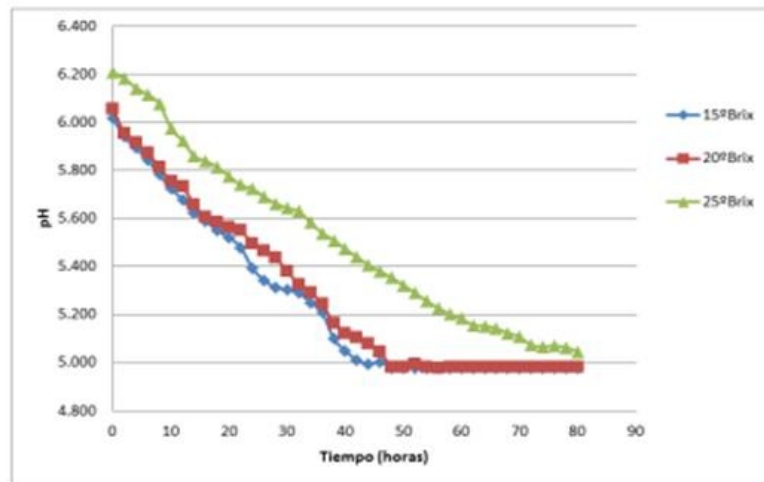
Tabla 2: Resultados de las Pruebas Preliminares de Fermentación

<b>Porcentaje de Inóculo</b>	<b>Características del Mosto Fermentado</b>
1% con aguamiel esterilizada	Sabor y olor muy leve a levadura, 48 horas de fermentación, Brix reducidos hasta 8%
2% con aguamiel esterilizada	Sabor y olor muy leve a levadura, 46 horas de fermentación, Brix reducidos hasta 6.5%
2.5% con aguamiel esterilizada	Sabor y olor muy leve a levadura, 42 horas de fermentación, Brix reducidos hasta 4.5%
3% con aguamiel esterilizada	Regular sabor y olor a levadura, 42 horas de fermentación, Brix reducidos hasta 6% con presencia de borras
4% con aguamiel esterilizada	Fuerte sabor y olor a levadura, 42 horas de fermentación, Brix reducidos hasta 6% con elevada presencia de borras
5% con aguamiel esterilizada	Fuerte sabor y olor a levadura, 42 horas de fermentación, Brix reducidos hasta 6.5% con elevada presencia de borras

Fuente: Resultados obtenidos del experimento

En el Gráfico 1 se observa el comportamiento del pH durante el tiempo de fermentación.

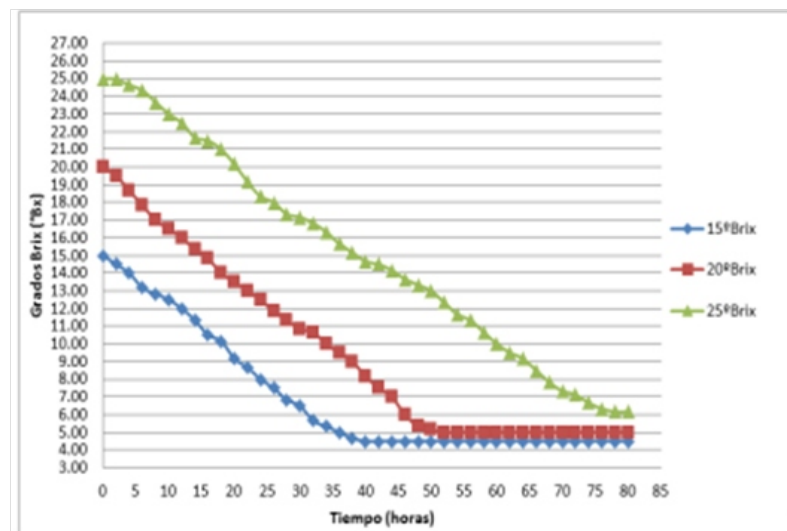
Gráfico 1: Comportamiento del pH durante el tiempo de fermentación de aguamiel a 15°, 20° y 25°Brix



Fuente: Resultados obtenidos del experimento

En el Gráfico 2 se observa el comportamiento de los grados brix durante el tiempo de fermentación.

Gráfico 2: Comportamiento de los grados Brix durante el tiempo de fermentación de aguamiel a 15°, 20° y 25°Brix



Fuente: Resultados obtenidos del experimento



A continuación se presenta la Tabla 3 mostrando la detección de azúcares reductores durante el tiempo de fermentación de los mostos.

Tabla 3: Detección de Azúcares reductores en mostos durante Fermentación

Hora	15°Brix		20°Brix		25°Brix	
	Color de Indicador	Presencia de A.R.	Color de Indicador	Presencia de A.R.	Color de Indicador	Presencia de A.R.
0 - 12	Anaranjado Ladrillo	++	Anaranjado Rojizo	+++	Rojo Ladrillo	+++
14 - 18	Anaranjado Ladrillo	++	Anaranjado Ladrillo	++	Rojo Ladrillo	+++
20 - 22	Anaranjado Ladrillo	++	Anaranjado Ladrillo	++	Rojo Ladrillo	+++
24 - 28	Anaranjado Claro	++	Anaranjado Ladrillo	++	Rojo Ladrillo	+++
30 - 34	Anaranjado Claro	++	Anaranjado Claro	++	Anaranjado Ladrillo	++
36	Anaranjado Verdoso	+	Anaranjado Claro	++	Anaranjado Ladrillo	++
38 - 48	Verdoso	-	Anaranjado Claro	++	Anaranjado Ladrillo	++
48 - 50			Anaranjado Verdoso	+	Anaranjado Ladrillo	++
52 - 58			Verdoso	-	Anaranjado Ladrillo	++
60 - 68					Anaranjado Claro	++
70 - 72					Anaranjado Verdoso	+
74 - 80					Verdoso	-

Fuente: Resultados obtenidos del experimento

La Tabla 4 presenta las cantidades finales del alcohol etílico obtenido de cada muestra de diferente concentración inicial (15°, 20° y 25°Brix) así como la cantidad de alcoholes de cabeza desechados durante la destilación fraccionada expresada en porcentaje.

Tabla 4: Resultados de la destilación de mostos fermentados.

Aguamiel Inicial	Cantidad Mosto Destilado	Cantidad de Etanol Obtenido	Cantidad de Alcoholes de Cabeza Desechado	% de Alcoholes de Cabeza Desechado
15°Brix	1700 mL	256 mL	42.5 mL	2.5%
20°Brix	2300 mL	392 mL	57.5 mL	2.5%
25°Brix	900 mL	145 mL	25.2 mL	2.8%

Fuente: Resultados obtenidos del experimento

A continuación se presenta en la Tabla 5 los resultados obtenidos en relación a la cantidad de agua desionizada de dilución y cantidad final de destilado diluido obtenido para cada muestra de diferente concentración inicial (15°, 20° y 25°Brix), graduando los destilados hasta 40°G.L, basándose en la metodología mencionada y en la tabla de dilución alcohólica; siendo éste el grado alcohólico con el que se comercializa el Tequila Blanco, bebida destilada con la que se comparó en la etapa de evaluación sensorial.

Tabla 5: Graduación alcohólica de los destilados Obtenidos.

<b>Aguamiel Inicial</b>	<b>Grado Alcohólico Alcanzado</b>	<b>Cantidad de Agua de Dilución</b>	<b>Cantidad de Destilado Diluido</b>	<b>Grado Alcohólico Final</b>
15°Brix	56°G.L.	102,4 mL	358,4 mL	40°G.L.
20°Brix	55°G.L.	147 mL	539 mL	40°G.L.
25°Brix	54°G.L.	100,75 mL	195,75 mL	40°G.L.

Fuente: Resultados obtenidos del experimento

Para la prueba sensorial del triángulo se sometió a 10 jueces entrenados y con experiencia en elaboración de licores provenientes de las escuelas de gastronomía quienes realizaron la prueba con 3 repeticiones, siendo el resultado el que se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6: Resultado de la prueba estadística ChiCuadrado – Prueba del Triángulo.

<b>Destilado</b>	<b>Chi Cuadrada Calculada (<math>x^2_{cal}</math>)</b>	<b>Chi Cuadrada Crítica (<math>x^2_{crit}</math>)</b>	<b>Resultado</b>
A 15°Bx de aguamiel	3,0375	3,8415	No hay diferencias significativas
A 20°Bx de aguamiel	0,0375	3,8415	No hay diferencias significativas
A 25°Bx de aguamiel	10,8375	3,8415	Hay diferencias significativas

Fuente: Resultados obtenidos del experimento

En el segundo análisis sensorial se aplicó la cartilla evaluativa para licores de agave, brindada por la Academia Mexicana del Tequila, para la caracterización y calificación de cada destilado incluido el tequila. Como se puede observar, en la Tabla 7 se muestra la caracterización sensorial realizada por el primer catador para los 4 destilados analizados.

Tabla 7: Caracterización Sensorial de los destilados – 1º Catador

<b>Destilado</b>	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor</b>
A 15°Brix de aguamiel	Cristalino no rutilante	Frutal anís, Etanol – superiores y volátiles, metal – pedernal, aluminio – banana	Ataque: etanol, astringencia – acidez media
A 20°Brix de aguamiel	Translúcido cristalino rutilante - límpido	Frutal nueces – anís, flores blancas – banana terciopelo	Ataque: nueces – etanol superior verde, baja acidez, baja astringencia, ½ buen cuerpo, noble
A 25°Brix de aguamiel	Cristalino plomo - plata	Sin evolución, alcohol con trazas de yodo	Ataque: alcohólico con trazas de cabeza Evolución de yodo Resolución astringente
Tequila Blanco	Translúcido rutilante - límpido	Frutal a nueces, musgo – pisco	Ataque: nueces – etanol, buen cuerpo, noble

Fuente: Resultados obtenidos del experimento

En la Tabla 8 se muestra la caracterización sensorial realizada por el segundo catador para los 4 destilados analizados.

Tabla 8: Caracterización Sensorial de los Destilados – 2º Catador

Destilado	Color	Olor	Sabor
A 15ºBrix de aguamiel	Cristalino no rutilante	Aroma intenso con efecto retro nasal. Olor a flores, fruto verde - violeta	Ataque: etanol, astringencia, fruto no definido
A 20ºBrix de aguamiel	Translúcido cristalino rutilante - límpido	Frutal nueces – anís, flores blancas – margaritas parecido al tequila	Ataque: nueces – fruto verde y alcohol superior verde, se asemeja al tequila. Denso de gran viscosidad.
A 25ºBrix de aguamiel	Cristalino plomo - plata	Sin evolución, alcohol con trazas de yodo	Ataque: alcohólico con trazas de cabeza Presencia de yodo Alta astringencia
Tequila Blanco	Translúcido rutilante – límpido perfecto	Frutal a nueces, flores, ramo de rosas con violetas – margaritas, muy aromático. Aroma muy similar al tequila	Ataque: nueces – etanol, fruto verde como el tequila. Denso y de gran viscosidad.

Fuente: Resultados obtenidos del experimento

Así mismo en la Tabla 9 se presenta los resultados de las calificaciones realizadas por los dos catadores especialistas con una puntuación en base a 20 puntos.

Tabla 9: Puntuaciones de los destilados alcohólicos según catadores especializados.

Característica Evaluada	Destilado a 15ºBrix		Destilado a 20ºBrix		Destilado a 25ºBrix		Tequila Blanco	
	C. 1	C. 2	C. 1	C. 2	C. 1	C. 2	C. 1	C. 2
Color	1	1	3	3	2	2	4	4
Olor	4	5	8	9	1	2	9	9
Sabor	3	3	5	5	1	2	5	6
Calificación Global	8	9	16	17	4	6	18	19
	8,5		16,5		5		18,5	

Fuente: Resultados obtenidos del experimento

#### IV. DISCUSIÓN

En el análisis de sus principales características organolépticas resultó que el aguamiel de cabuya es un jugo de color café muy marcado, olor característico a cabuya, de sabor dulce y aspecto líquido poco viscoso. En contraste con lo mencionado por Bautista (2006) (citado por Jurado y Sarzosa, 2009) quien menciona que la variedad *Agave americana* posee un color dorado translúcido con olores a azúcares y sabor lo más dulce posible, siendo el jugo de cabuya variedad *Furcraea andina* originaria del Perú diferente de la otra variedad mencionada en relación al color característico. Por otra parte el Consejo Regulador del Tequila a través de su Academia Mexicana del Tequila A.C. (2005), en su sección de procesamiento del tequila a partir del *Agave tequilana weber* menciona que un agave debe arrojar un jugo o aguamiel que posea luego de su cocción, sea en hornos o marmitas, un color café oscuro de sabor dulce y con una concentración de sólidos solubles iniciales de 12°Brix. Ante lo mencionado por la norma mexicana se muestra que el aguamiel obtenido a partir de la cabuya estudiada posee las mismas características organolépticas que el agave tequilero (*Agave tequilana weber*) a diferencia de la concentración inicial, en la que la cabuya (*Furcraea andina*) o conocido también como *Agave furcraea*, tal como lo nombra el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2011), partió de una concentración de 15°Brix, es decir, 3% más de sólidos solubles que el agave tequilero. Para la obtención de los destilados alcohólicos de cabuya se requirió homogenizar el porcentaje de inóculo de levadura con el cual trabajar durante la etapa de fermentación; por lo que se realizaron pruebas preliminares de fermentación sometiendo el aguamiel con la concentración inicial de 15°Brix a diferentes inóculos desde 1 a 5% en peso de mosto a fermentar cuyos resultados se muestran en la Tabla 2, fermentando muestras a 1%, 2%, 2.5%, 3%, 4% y 5% de levadura fresca. El motivo por el cual se

trabajó con esta escala de porcentaje se debió a que Jurado y Sarzosa (2009) en su metodología de obtener un licor, no comparativo al tequila, a partir de la variedad *Agave americana* realizaron análisis con inóculos de 0,5%; 1%; 2%; 3%; 4%; 5% y 6% de levadura fresca; así mismo García y Munguía (2007) mencionan que en la producción de licores comerciales como ron, whisky y tequila sus rangos de variación de preparación de levadura oscilan entre 2%; 2,5% y 5% en peso, por lo cual también sirvió de referencia para la presente investigación. Durante las pruebas realizadas el parámetro principal a considerar para la elección del inóculo a trabajar fue el nivel de disminución de los grados brix, que es un factor preponderante para la detección de azúcares reductores tal como lo demostraron Jurado y Sarzosa (2009), quienes determinaron que la mayor disminución de grados brix resulta a 0,5%, 1% y 2% de levadura fresca; obteniendo en la investigación realizada resultados relativamente diferentes en cuanto a la elección del porcentaje de inóculo resultando que a la inoculación de 2,5% en peso que, entre todas las pruebas realizadas, es la que mejor reducción de sólidos solubles adquirió a un tiempo de fermentación similar a la fermentación del pulque, de 36 a 48 horas según hace alusión la Academia Mexicana del Tequila A.C., reduciéndose la concentración hasta 4,5°Bx en un lapso de 42 horas; donde Owen (1991) sustenta que una fermentación óptima se da cuando el mosto final llega a una concentración mínima entre 4° y 5°Bx de sólidos solubles con muy leve sabor a levadura, lo que no se logró con las otras inoculaciones realizadas que incluso llegaron a detectarse una gran presencia de borras, es decir, células muertas en el mosto final. La fase predominante de la investigación consistió en el análisis sensorial de los diferentes destilados alcohólicos para determinar cuál tiende a ser más parecido al tequila blanco, teniendo aceptabilidad para su consumo.

En los resultados obtenidos de la prueba de triángulo (Tabla 6), el análisis estadístico arrojó como resultado final que los destilados de cabuya obtenidos de aguamiel a 15° y 20°Bx no presentan diferencias con el tequila mexicano debido a que la  $x^2_{calculada}$  fue inferior, para ambos casos, que la  $x^2_{critica}$ ; por otro lado, el destilado de cabuya obtenido de aguamiel a 25°Bx arrojó una  $x^2_{calculada}$  muy superior que la  $x^2_{critica}$  lo que significó que este destilado presenta diferencias significativas con el tequila mexicano. Así mismo cabe mencionar que entre los 2 destilados seleccionados por los 10 jueces entrenados, el que presentó una  $x^2_{calculada}$  menor fue el destilado a 20°Bx de aguamiel teniendo 0,0375, inferior a 3,0375 que fue la  $x^2_{calculada}$  que alcanzó el destilado a 15°Bx de aguamiel y que incluso se encontró muy cercano a la  $x^2_{critica}$  (3,8415), descartándose mediante esta prueba al destilado a 25°Bx de aguamiel cuya  $x^2_{calculada}$  fue de 10,8375. Así mismo, se requirió determinar de forma más especializada cuál de los destilados posee las características sensoriales más similares al tequila, realizando la caracterización de cada destilado por parte de 2 catadores especialistas en licores (Tablas 7 y 8). Podemos constatar que ambos catadores no aceptaron como bebida comercial al destilado de 25°Bx de aguamiel ya que ambos coincidieron en que es poseedor de una coloración cristalina plomo – plata, la cual no es característica de un tequila blanco además de no tener evoluciones en su olor y contener aromas de alcohol con trazas de yodo y de alta astringencia. Para el destilado a 15°Bx de aguamiel podemos decir que no presentó gran semejanza con el tequila, ya que si bien se detectó frutos verdes tal como se presenta en un tequila comercial, existió presencia de frutos verdes con violeta, alcoholes superiores y frutos anís banano, lo que significa que el destilado no se asemeja en demasía al tequila por contener olores no propios de esta bebida; de igual forma en su sabor se

percibió un ataque a etanol con astringencia sin detectar características de nueces y fruto verde en sus evoluciones en el paladar. Ante ello Owen (1991) nos enuncia que un destilado debe no ser de alta astringencia y encontrar la presencia de alcoholes superiores fusel, pentanoles y butanoles, lo cual en el destilado a 15°Bx no se logró captar por los catadores. En la cata del destilado a 20°Brix se observó características más marcadas de apariencia al tequila blanco. En primer lugar en su color, el destilado presentó sólo un grado de matiz menos que el tequila; en relación a su olor, durante sus evoluciones, este destilado fue el único en el que detectaron también olores frutales a nueces con flores blancas margaritas pero con presencia de anís terciopelado, teniendo una estrecha similitud con el tequila blanco; y en relación a su sabor también ambos catadores mencionaron que el destilado presenta un ataque a nueces – etanol similar al tequila que cataron previamente así como frutas verdes pero con trazas de etanol superior verde que detectaron en la tercera evolución, dándole a este destilado una característica de bebida de medio buen cuerpo, noble y denso con viscosidad idéntica al tequila blanco. Para que la similitud del destilado a 20°Bx con el tequila blanco sea mayor es notable mencionar que se debe optar por mejorar el control de la temperatura crítica a la que sale el alcohol, ya que como lo muestra el análisis sensorial con la temperatura crítica manejada de 82°C ya existen trazas de alcoholes superiores que se mezclan con el etanol obtenido, implicando ello reducir dicha temperatura durante la destilación fraccionada que como bien lo menciona Owen (1991) en la producción de las bebidas destiladas se tiene un espectro bastante diferente de alcoholes superiores, siendo el glicerol, alcohol polihídrico, el que está presente en casi todas las bebidas alcohólicas dando características peculiares a cada destilado, considerando ello para lograr potencializar dichos alcoholes evitando la

presencia de alcoholes superiores que brinden un defectuoso olor y sabor al destilado en mención. Así mismo en la Tabla 9 se presenta los puntajes finales que ambos catadores calificaron en base a 20 puntos para todos los destilados incluidos el tequila, dando al tequila una altísima calificación de 18,5 puntos,

seguida por el destilado de 20°Bx con 16,5 puntos, más abajo el destilado de 15°Bx con 8,5 puntos y finalmente el destilado de 25°Bx con sólo 5 puntos. Lo que explica la semejanza que existe entre el tequila blanco y el destilado de cabuya a 20°Bx de aguamiel, semejanza muy superior al destilado de 15°Bx.

## V. CONCLUSIONES

1. En la caracterización del aguamiel de cabuya inicial se determinó que: presenta una concentración de 15°Bx de sólidos solubles, color café, olor característico a cabuya, sabor dulce y aspecto líquido poco viscoso.
2. Se determinó que el pH disminuye en las 3 concentraciones experimentales: 15°, 20° y 25°Bx con una tendencia lineal desde 6,017; 6,057 y 6,21 hasta alcanzar un pH final de 4,97; 4,98 y 5,047 respectivamente.
3. La disminución de los Brix en relación al tiempo siguió un modelo polinomial desde 15°, 20° y 25°Bx hasta 4,5°, 5° y 6,33°Bx respectivamente.
4. La disminución de los azúcares reductores de los mostos iniciales de 15°, 20° y 25°Bx se logra en tiempos

de fermentación de 40, 52 y 74 horas respectivamente.

5. El volumen alcohólico de los destilados obtenidos por destilación fraccionada a partir de los mostos fermentados a 15°, 20° y 25°Bx de aguamiel inicial, fue de 56°, 55° y 54°G.L respectivamente.
6. No hay diferencia significativa entre las características sensoriales del mosto obtenido con 20°Bx (con un puntaje de 16.5) y las características del patrón comparado (tequila blanco con un puntaje de 18,5 puntos).
7. El efecto de someter el aguamiel de cabuya a una concentración de 20°Bx brindará un bebida destilada tipo tequila blanco.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Academia Mexicana del Tequila A.C. [en línea]. México, 2001 [fecha de consulta: 18 Mayo, 2012] Disponible en: <http://www.acamextequila.com.mx/amt3/home.html>
2. AGUILAR, Miguel. Norma Oficial Mexicana para Bebidas Alcohólicas (NOM) – Tequila – Especificaciones [en línea]. México D.F., 2005. Pp. 10 [fecha de consulta: 25 Junio, 2012] Disponible en: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SE/Normas/Oficiales/NOM-006-SCFI-2005.pdf>
3. AOAC. Métodos Oficiales de Análisis, Control de la Calidad en los Alimentos [en línea]. EE.UU, 1991 [fecha de consulta: 22 Setiembre, 2012] Disponible en: <http://www.slideshare.net/RicardoArriola/control-de-calidad-de-los-alimentos#btnNext>
4. APAZA, Beatriz. Métodos de Análisis Agroindustrial [en línea]. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, 2009 [fecha de consulta: 30 Mayo, 2012] Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/11317747/refractometria>
5. ÁLVAREZ, Carlos. Los Mil Usos del Fique [en línea]. AUPEC – Ciencia al Día. Medellín – Colombia, 1997 [fecha de consulta: 12 Abril, 2012] Disponible en: <http://aupec.univalle.edu.co/informes/mayo97/boletin37/fique.html>
6. BAUTISTA, Nelson. Estudio Químico – Bromatológico y Elaboración de Néctar de Aguamiel de Agave americana L. (maguey) procedente de Ayacucho [en línea]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2006 [fecha de consulta: 25 Mayo, 2012]. Disponible en: [http://www.cybertesis.edu.pe/sisbib/2006/bautista\\_cn/pdf/bautista\\_cn.pdf](http://www.cybertesis.edu.pe/sisbib/2006/bautista_cn/pdf/bautista_cn.pdf)
7. BAMFORTH, Charles. Alimentos, Fermentación y Microorganismos. 1º edición. Zaragoza – España. Acribia. 2007. pp. 30 – 40.
8. CIBIOT - Centro de Estudios de Investigación en Biotecnología. Producción de Etanol a partir del Fique [en línea]. Universidad Pontificia Bolivariana. Argentina, 2010 [fecha de consulta: 15 Abril, 2012] Disponible en: <http://biodiesel.com.ar/4762/con-el-fique>

- t a m b i e n - s e - p r o d u c e - etanol[http://www.upb.edu.co/pls/portal/PORTAL.www\\_media.show?p\\_id=36563107&p\\_settingssetid=4&p\\_settingssiteid=0&p\\_siteid=234&p\\_type=basetext&p\\_textid=36563108](http://www.upb.edu.co/pls/portal/PORTAL.www_media.show?p_id=36563107&p_settingssetid=4&p_settingssiteid=0&p_siteid=234&p_type=basetext&p_textid=36563108)
9. CASTRO, Rubén. Reducción del Grado Alcohólico de un Aguardiente [en línea]. Universidad Nacional Federico Villareal. Lima – Perú, 2012 [fecha de consulta: 10 Noviembre, 2012]. Disponible en:  
<http://es.scribd.com/doc/88120586/Practica-de-Reduccion-de-Grado-Alcoholico>
  10. ESTÉVEZ, Arcenio. Medicina Tradicional Dominicana: Cabuya (*Furcraea hexapetata*) [en línea]. República Dominicana, 2012 [fecha de consulta: 17 Abril, 2012] Disponible en: <http://lamedicinatradicionaldominicana.blogspot.com/2012/06/cabuya-furcraeahexapetala-arcenio.html>
  11. ETTER, Julia y KRISTEN, Martín. Agavaceae Base de Datos [en línea]. Universidad Autónoma de México, 2010 [fecha de consulta: 14 Abril, 2012]. Disponible en: [http://www.agavaceae.com/botanik/pflanzen/botspezies\\_seite\\_es.asp?main=13040&menu=1&bgt=am&genus=FURCRAEA&gnr=130](http://www.agavaceae.com/botanik/pflanzen/botspezies_seite_es.asp?main=13040&menu=1&bgt=am&genus=FURCRAEA&gnr=130)
  12. FAO - Organización De Las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Cultivos Andinos [en línea] Colección FAO: Producción y protección vegetal, N° 26. España, 1992 [fecha de consulta: 22 Abril, 2012].  
Disponible en:  
[http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/producrom/contenido/libro09/cuadro\\_1.htm](http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/producrom/contenido/libro09/cuadro_1.htm)
  13. GARCÍA, Mariano; QUINTERO, Rodolfo; LÓPEZ - MUNGUÍA, Agustín. Biotecnología Alimentaria. México D.F. Limusa. 2007. pp. 263 – 305, 338 – 346.
  14. HURTADO, José. La Cabuya o Maguey – *Furcraea andina* [en línea]. Museo de Arqueología, Antropología, e Historia de Perú – Perú, 2008 [fecha de consulta: 14 Abril, 2012]. Disponible en:  
<http://animalesyplantasdeperu.blogspot.com/2008/07/la-cabuya-o-maguey.html>
  15. INDECOPI. Normas Técnicas Peruanas para Bebidas Alcohólicas [en línea]. 7º edición Perú, 2006 [fecha de consulta: 25 Junio, 2012] Disponible en:  
<http://bvirtual.indecopi.gob.pe/normas/211.001.pdf>
  16. JURADO, Sofía y SARZOSA, Xavier. Estudio de la Cadena Agroindustrial de la Cabuya en la Producción de Miel y Licor de Cabuya [en línea]. Escuela Politécnica Nacional. Quito – Ecuador, 2009 [fecha de consulta: 9 Abril, 2012]. Disponible en:  
<http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1693/1/CD-2305.pdf>
  17. LEÓN, Jorge. Botánico de los Cultivos Tropicales [en línea]. 2º edición Costa Rica, 2007 [fecha de consulta: 14 Mayo, 2012]. Disponible en:  
[http://books.google.com.pe/books?id=bOMNAQAIAAJ&pg=PA70&lpg=PA70&dq=aguamiel+%2B+cabuya+%2B+furcraea+andina&source=bl&ots=\\_iQJLwNtEP&sig=hxDcpopqOU63i6R3haY9v1R6VBM&hl=es&sa=X&ei=XzmrT9CMBof50gGk3PH6Dw&sqi=2&ved=0CFEQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.pe/books?id=bOMNAQAIAAJ&pg=PA70&lpg=PA70&dq=aguamiel+%2B+cabuya+%2B+furcraea+andina&source=bl&ots=_iQJLwNtEP&sig=hxDcpopqOU63i6R3haY9v1R6VBM&hl=es&sa=X&ei=XzmrT9CMBof50gGk3PH6Dw&sqi=2&ved=0CFEQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false)
  18. MÉNDEZ, Ángeles. Fermentación Alcohólica [en línea]. España, 2011 [fecha de consulta: 12 Junio, 2012]. Disponible en:  
<http://quimica.laguia2000.com/general/fermentacion-alcoholica>
  19. MINAM - Ministerio del Ambiente. Flora del Perú: Actualización de Datos [en línea]. Lima - Perú, 2010 [fecha de consulta: 18 Abril, 2012]. Disponible en:  
[http://www.minam.gob.pe/pdf/familias/D\\_Magnoliophyta\\_C\\_Liliopsida\\_O\\_Asparagales\\_F\\_AGAVACEAE.pdf](http://www.minam.gob.pe/pdf/familias/D_Magnoliophyta_C_Liliopsida_O_Asparagales_F_AGAVACEAE.pdf)
  20. OSORIO, María. Fique, un Recurso Subutilizado [en línea]. Universidad Pontificia Bolivariana, 2010 [fecha de consulta: 22 Abril, 2012] Disponible en:  
<http://www.elmundo.com/portal/resultados/detalles/?idx=161864>
  21. OWEN, P. Ward. Biotecnología de la Fermentación. Zaragoza – España. Acribia. 1991. Pp. 17 – 24, 47 – 64, 73 – 83, 115 – 124, 133 – 148.
  22. PARDO, Oriana. El Agave Americano (*Agave americana* L.): Uso Alimentario en el Perú [en línea]. Revista Chilena de Flora y Vegetación *ChlorisChilensis* Año 8 N° 2. Chile, 2005 [fecha de consulta: 15 Mayo, 2012]. Disponible en:  
<http://www.chlorischile.cl/agavepardo/Agavetexto.htm>
  23. PÉREZ, Laura. La Fermentación Alcohólica: Producción y Aplicaciones [en línea]. Ciencia y Tecnología Fundación Telefónica. España, 2011 [fecha de consulta: 16 Mayo, 2012].  
Disponible en:  
<http://blogs.creamoselfuturo.com/biotecnologia/2011/03/14/la-fermentacion-alcoholica-como-se-produce-y-aplicaciones/>
  24. SAUCEDO, Bruno. El Tequila [en línea]. México D.F., 2010 [fecha de consulta: 13 Junio, 2012] Disponible en:  
<http://es.scribd.com/doc/36041614/El-Tequila>
  25. UREÑA, Milber y D'Arrigo, Matilde. Evaluación Sensorial de los Alimentos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú, 1999. Editorial Agraria 1º Edición. Pp. 74 – 110.