

# OBTENCIÓN DE ALCOHOL ETÍLICO MEDIANTE FERMENTACIÓN Y DESTILACIÓN DEL JUGO DE CAÑA DE MAÍZ Y EL EMPLEO EN RELLENO EN BOMBONERÍA

## *ETHYL ALCOHOL THROUGH THE FERMENTATION AND DISTILLATION OF CORN JUICE (ZEA MAYS) TO USE IT AS A FILLING OF CHOCOLATE CANDY*

Mayra Janneth Centeno Satán <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Docente, Carrera de Gastronomía, Instituto Superior Tecnológico La Maná. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2615-3670>. Correo: [mayracenteno25@gmail.com](mailto:mayracenteno25@gmail.com)

Betty Rocío Salcán León <sup>2</sup>

<sup>2</sup> Docente, Carrera de Gastronomía, Instituto Superior Tecnológico La Maná. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2534-5551>. Correo: [bettysalcan42@gmail.com](mailto:bettysalcan42@gmail.com)

Francisco Saúl Padilla Muñoz <sup>3</sup>

<sup>3</sup> Docente, Carrera de Gastronomía, Instituto Superior Tecnológico La Maná. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-8876-5598>. Correo: [franciscopamu@gmail.com](mailto:franciscopamu@gmail.com)

\* Autor para correspondencia: [mayracenteno25@gmail.com](mailto:mayracenteno25@gmail.com)

### Resumen

El presente artículo abarca el trabajo realizado sobre la obtención de alcohol etílico mediante fermentación y destilación del jugo de caña de maíz (*Zea Mays*) para el empleo como relleno en bombonería, fue una investigación de tipo documental, experimental, hipotético-deductiva y cuantitativa. Tras 8 días de fermentación y con la adición de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), se procedió a la destilación a 85°C. Mediante un análisis físico-químico se comprobó que el alcohol tenía graduación de 32° GL; con un a la vez se probó que es apto para el consumo humano, posteriormente se utilizó en la elaboración de tres muestras de rellenos de bombones, los cuales fueron sometidos a un test de aceptabilidad donde se determinó que existen cambios en cuanto a sabor y textura entre bombones, mientras que en las variables de color y olor eran semejantes. Así se comprueba si se puede obtener alcohol etílico a partir del jugo de caña y se recomienda aprovechar dicha materia prima ya que actualmente se emplea en la alimentación animal.

**Palabras clave:** gastronomía; maíz; fermentación; destilación; bombonería

### Abstract

*This article is about obtaining ethyl alcohol through the fermentation and distillation of corn juice (Zea Mays) to use it as a filling of chocolate candy, the research was documentary, experimental, hypothetical-deductive, and quantitative. After 8 days of fermentation with the addition of yeast (Saccharomyces cerevisiae), was subject to a simple distillation at a temperature of 85°C. Through a physical-chemical analysis got alcohol with graduation of 32° GL; indicates that it is suitable for human consumption. Later the alcohol was used in the elaboration of three samples of fillings of chocolate candy, to which a tasting process was achieved results that there are no differences in color and odor of the chocolate candy between the samples and in terms of flavor and texture, some differences were perceived. Thus, it is concluded that ethyl alcohol can be obtained from cane juice and it is recommended to take unused raw material such as corn, because it is currently used in animal feeding.*

**Keywords:** gastronomy; corn; fermentation; distillation; chocolate candy

**Fecha de recibido:** 03/08/2023

**Fecha de aceptado:** 04/10/2023

**Fecha de publicado:** 06/10/2023

### Introducción

Ecuador al ser un país con una gran diversidad de climas fríos, templados o subtropicales le permite que se cultiven variedad de productos, entre los más cultivados está el maíz, un cultivo muy adaptable a diferentes climas. Según el INIAP durante el 2020 cerca de 74018 hectáreas se han cultivado de maíz, lo que representa casi el doble de la superficie sembrada con otros cultivos, como papa, cebada, fréjol. El maíz es una planta gramínea, cereal originario de América y es cultivado desde tiempos muy antiguos, siendo los granos empleados para el consumo humano, datos reflejan que se logró un rendimiento de 3,68 toneladas por hectárea de choclo; mientras que el empleo del tallo se da principalmente para alimentación animal como se menciona en la el artículo (López et al., 2020).

Una investigación realizada, muestra que una alternativa de empleo del jugo de la caña de azúcar es el de obtener biocombustible, como opción de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, y a la vez aprovechar el jugo de la caña de maíz. (Ortega, 2018)

Según los análisis demuestran que la estructura del tallo de maíz es distinta al resto de gramíneas, debido a que su tallo es macizo y lleno de fibras en donde almacena sus sustancias alimenticias ricas en nutrientes, conteniendo altos niveles de glucosa (Basantes, 2015). Pero principalmente los residuos de las partes de la planta de maíz, como tallos, hojas, penacho, se devuelven al suelo con la finalidad de utilizarlo como material orgánico, es decir abono y a la vez romper el ciclo de plagas y enfermedades (INIAP, 2021)

Para este trabajo de investigación se empleo la variedad de maíz conocido como maíz de chazo es una semilla muy bien conservada desde tiempos muy antiguos, sus productores mediante prácticas ancestrales han mantenido la calidad hasta los tiempos actuales. (Curviña, 2017)

Existen escasas investigaciones que se interesen y promuevan alternativas para el consumo humano de la caña de maíz, por lo que el presente trabajo de investigación pretende dar una alternativa de uso gastronómico al jugo obtenido de la caña de maíz mediante la extracción, pasando por un proceso de fermentación con la adición de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) y su posterior destilación se obtendrá alcohol etílico para el empleo en relleno en productos de bombonería, finalizando en una evaluación sensorial de los productos para evaluar sus propiedades organolépticas y aceptación.

### Materiales y métodos

Esta investigación fue de tipo documental porque fue necesario iniciar con la búsqueda de información bibliográfica en libros, físicos y electrónicos, así como publicaciones y artículos científicos que contengan información verídica que ayuden al desarrollo del trabajo.

De tipo experimental que permitió observar los fenómenos físicos y químicos que se producen en el jugo de caña de maíz durante su proceso de fermentación, realizando tres tipos de tratamientos con la misma cantidad de levadura, pero diferente tiempo de fermentación, para posterior determinar cuál es el tiempo idóneo de fermento, y en base a la norma NTE 375-2 permitió establecer los parámetros y valorar que el alcohol etílico sea apto para consumo, una vez garantizado su consumo se empleó en el relleno de tres tipos de rellenos para bombonería. Para la base de los bombones se empleó un chocolate de cobertura de tipo semimarga, y para el relleno se realizó tres muestras, un relleno básico, el segundo con adición de fruto seco y el tercero con la adición de pulpa de fruta, la M1 bombón relleno de ganache de chocolate de leche y alcohol, la M2 bombón relleno de ganache de chocolate blanco, pasas y alcohol y la M3 bombón relleno de ganache de maracuyá y alcohol.

Además, fue de tipo cuantitativo porque facilitó analizar el rendimiento del jugo a partir de la cantidad inicial de materia prima empleada y la cantidad de alcohol etílico que se obtuvo tras la destilación simple a la se fue sometido de jugo fermentado de la caña.

En cuanto a las técnicas aplicadas para la recolección de datos se empleó los exámenes físicos -químicos realizados en un laboratorio que ayuden a determinar que los parámetros del alcohol etílico estén dentro de lo que establece la norma INEN-NTE 375-2 y una vez empleados en el relleno para bombonería mediante una prueba organoléptica determinar parámetros de sabor, olor, color y textura de los bombones.

Para realizar la interpretación de los resultados obtenidos con las fichas de evaluación sensorial de los bombones utilizando diferentes tipos de rellenos que contengan alcohol etílico, se empleó el programa estadístico InfoStat, se aplicó análisis de varianza (ANOVA) para identificar si existen estadísticas significativas con un margen de certeza de 95% y un margen de error de un 5%, y una prueba de Tukey para la comparación entre los tratamientos.

## Resultados y discusión

### Tratamientos para la fermentación del jugo de caña de maíz

Para determinar cuál es el tiempo idóneo de fermentación se realizó tres tratamientos al jugo de caña de maíz en relación al factor tiempo, con el fin de determinar si existía diferencias en cuanto al tiempo de fermentación; por lo que se muestra la siguiente tabla con los valores obtenidos:

**Tabla 1:** Tratamientos para la fermentación del jugo de caña de maíz

Tratamientos	Factor Jugo de caña	Factor °Brix	Factor Levadura 1g por litro	Factor Tiempo	Factor °GL
Tratamiento 1	5 litros	17.5	1,5 g.	4 días	10
Tratamiento 2	5 litros	17,5	1,5 g.	8 días	32
Tratamiento 3	5 litros	17,5	1,5 g.	12 días	34

### Análisis físico sensorial del alcohol etílico

**Tabla 2:** Examen físico sensorial del alcohol etílico

Parámetro	Cualidad
Color	Característico
Olor	Característico
Aspecto	Normal, libre de material extraño

Una vez obtenido el alcohol etílico se envió las muestras al laboratorio para su respectivo examen físico, en el cual se observó que el alcohol presentó características favorables en cuanto a que el color fue trasparente y translucido, olor agradable propio de la caña y un aspecto normal sin agentes extraños, como indica la norma NTE INEN 375-2.

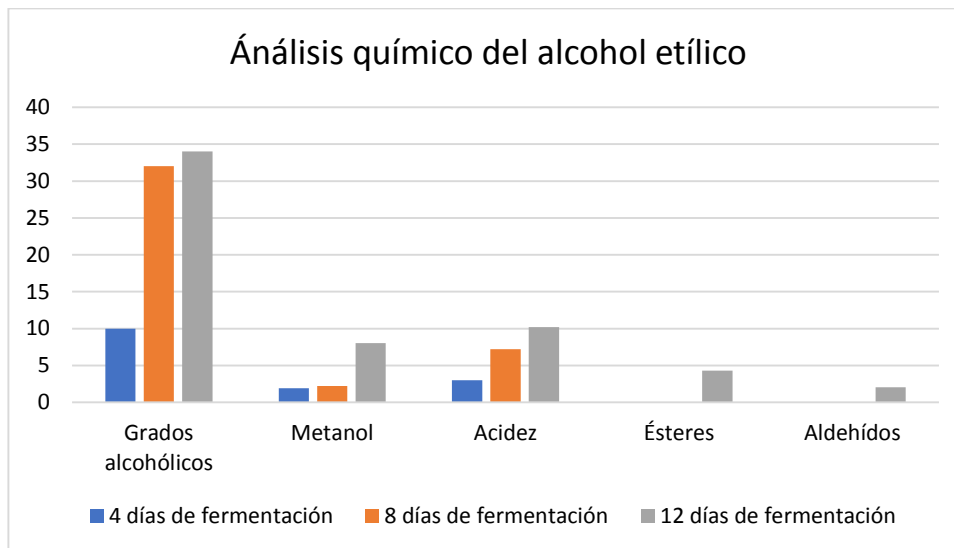
### Examen químico

Como se puede observar en la tabla 3, se muestra los resultados obtenidos luego de ser analizadas las muestras, como se indica en cada muestra se analizó varios parámetros como los grados alcohólicos, metanol, ácidos, esteres y aldehídos obteniendo una variación en los datos, y una vez comprobados con lo que indica la norma INEN.NTE 375-2, los resultados de la muestra de los 8 días de fermentación están dentro de lo que indica la norma.

**Tabla 3:** Resultado análisis químico del alcohol etílico.

Parámetros	4 días de fermentación	8 días de fermentación	12 días de fermentación
Grados alcohólicos	10 °GL	32 °GL	34 °GL
Metanol	1,9 mg/100cm <sup>3</sup>	2,2 mg/100cm <sup>3</sup>	8,02 mg/100cm <sup>3</sup>
Acidez	3 mg/100cm <sup>3</sup>	7,2 mg/100cm <sup>3</sup>	10,2 mg/100cm <sup>3</sup>
Ésteres	0,02 mg/100cm <sup>3</sup>	0,028 mg/100cm <sup>3</sup>	4,3 mg/100cm <sup>3</sup>
Aldehídos	0,012 mg/100cm <sup>3</sup>	0,027 mg/100cm <sup>3</sup>	2,03 mg/100cm <sup>3</sup>

Mediante la ilustración se puede apreciar que existió una notoria diferencia de los resultados de los parámetros evaluados, en relación a los días de fermentación.



**Figura 1:** Análisis químico del alcohol etílico.

### Análisis de la evaluación sensorial de los bombones

**Tabla 4:** Análisis de varianza. Parámetro color.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Color	60	0,03	0,00	63,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,37	2	0,19	0,93	0,4007
Relleno	0,37	2	0,19	0,93	0,4007
Error	11,41	57	0,20		
Total	11,79	59			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,34052

Error: 0,2002 gl: 57

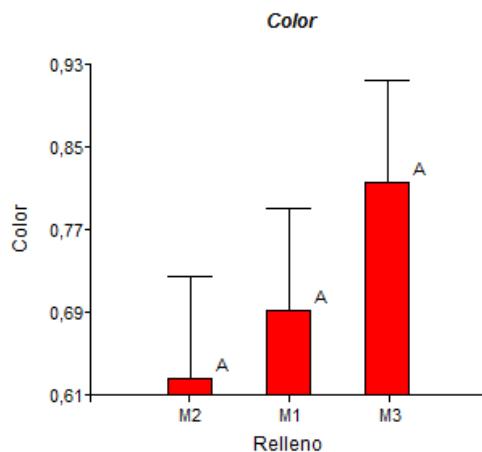
Relleno Medias n E.E.

M2 0,62 20 0,10 A

M1 0,69 20 0,10 A

M3 0,81 20 0,10 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )



**Figura 2:** Prueba de Tukey. Parámetro color

Al realizar el análisis de varianza y la prueba de Tukey a los bombones se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las muestras, por lo que al adicionar alcohol etílico al relleno de bombonería no altera negativamente el color de los productos finales. Podría existir alteraciones por mal almacenamiento o manejo del chocolate al momento del templado.

**Tabla 5:** Análisis de varianza. Parámetro olor.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Olor	60	0,04	1,2E-03	49,85

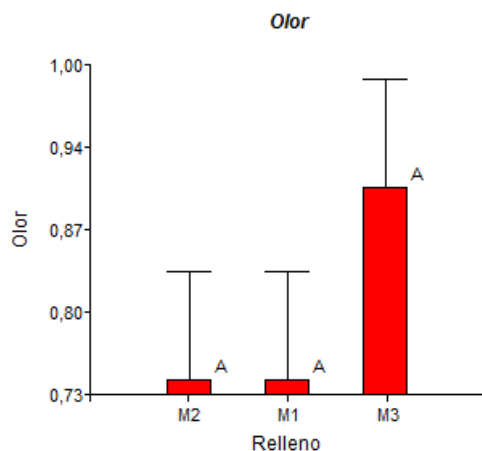
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,33	2	0,16	1,04	0,3618
Relleno	0,33	2	0,16	1,04	0,3618
Error	9,05	57	0,16		
Total	9,38	59			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,30320  
 Error: 0,1588 gl: 57  
 Relleno Medias n E.E.

M2	0,75	20	0,09	A
M1	0,75	20	0,09	A
M3	0,90	20	0,09	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)



**Figura 3:** Prueba de Tukey. Parámetro olor

Tras realizar el análisis de varianza y la prueba de Tukey a las tres muestras se pudo determinar que no existen diferencias significativas entre los bombones, por lo que al emplear alcohol como alternativa en la elaboración no afecta negativamente al producto final. Factores externos son los que podrían alterar al producto terminado.

**Tabla 6:** Análisis de varianza, Parámetro sabor

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Sabor	60	0,10	0,07	52,36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,32	2	0,66	3,28	0,0447
Relleno	1,32	2	0,66	3,28	0,0447
Error	11,47	57	0,20		
Total	12,79	59			

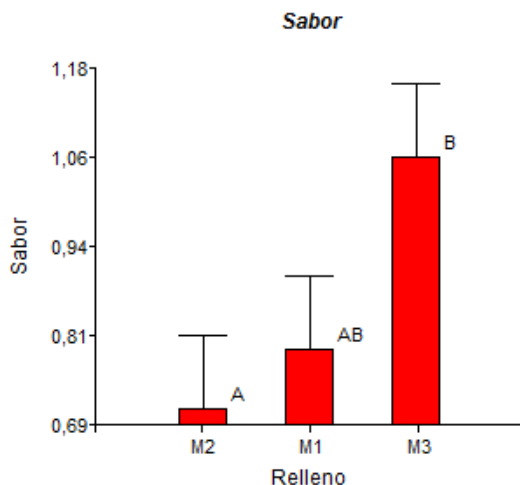
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,34136

Error: 0,2012 gl: 57

Relleno Medias n E.E.

M2	0,71	20	0,10	A
M1	0,80	20	0,10	A B
M3	1,06	20	0,10	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )



**Figura 4:** Prueba de Tukey. Parámetro sabor

Una vez realizado los análisis correspondientes en cuanto al parámetro sabor de las tres muestras se pudo observar que sí existen una diferencia estadísticamente significativa entre ellas, esto se debe a que en cada muestra se empleó un ingrediente extra y al emplearlo en el relleno y en combinación con el alcohol aporta un sabor adicional al producto final, así se pudo determinar que el mejor evaluado y aceptado fue la muestra 3 (bombón relleno de ganache de maracuyá y alcohol)

**Tabla 7:** Análisis de varianza. Parámetro textura.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Textura	60	0,10	0,07	43,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,82	2	0,41	3,15	0,0506
Relleno	0,82	2	0,41	3,15	0,0506
Error	7,45	57	0,13		
Total	8,27	59			

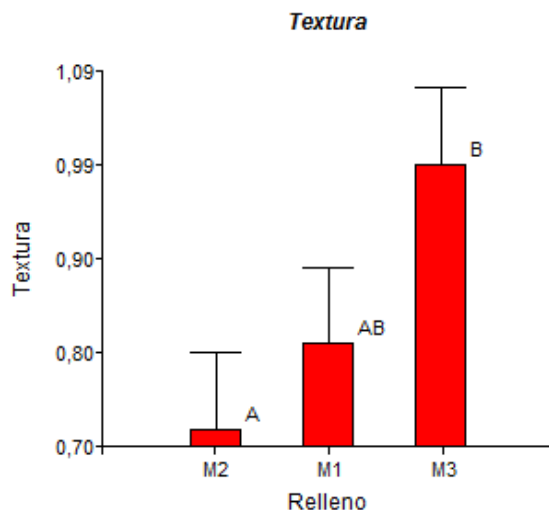
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,27507

Error: 0,1307 gl: 57

Relleno Medias n E.E.

M2	0,71	20	0,08	A
M1	0,81	20	0,08	A B
M3	1,00	20	0,08	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )



**Figura 5:** Prueba de Tukey. Parámetro textura

En cuanto al parámetro textura se puede apreciar que sí existe diferencias estadísticas significativas entre las muestras de bombones como se puede apreciar tanto en la tabla de varianzas y con la prueba de Tukey, esto pudo ser debido a los ingredientes que se empleó en cada relleno, es decir, la consistencia de cada relleno genera sensación de suavidad, cremosidad, dureza, o fragilidad.

## Conclusiones

Para la obtención del alcohol se aplicaron tres tratamientos con diferentes tiempos de fermentación, el tiempo de fermentación aplicado al tratamiento 1 (4 días de fermentación) produjo niveles de alcohol, metanol, acidez, y ésteres por debajo de lo que establece la norma, el tratamiento 3 (12 días de fermentación) presenta niveles de alcohol, metanol, acidez y ésteres por encima de lo que indica la norma, mientras que el tratamiento 2 (8 días de fermentación) presentó todos los parámetros adecuados de acuerdo a lo que señala la norma NTE INEN 375-2.

Mediante el análisis físico determinó que el alcohol obtenido de la caña de maíz tuvo un color transparente y cristalino, un olor propio a la caña y un aspecto libre de partículas físicas. En cuanto al análisis de laboratorio químico, se identificó que el tratamiento 2 (8 días de fermentación) presentó niveles de grado alcohólico de 32°GL, metanol 2,2 mg/100cm<sup>3</sup>, acidez 7,2 mg/100cm<sup>3</sup>, ésteres 0,028 mg/100cm<sup>3</sup> y aldehídos 0,027 mg/100cm<sup>3</sup>, valores permitidos según la norma NTE INEN 375-2 para alcohol etílico.

Al utilizar el alcohol, como parte del relleno de las tres muestras de bombones, se pudo observar que el alcohol no desmejora las características propias de los bombones, ya que se identifica un realce especialmente en las características organolépticas del sabor manteniendo las propiedades propias del alimento.

Realizado el análisis sensorial a cada uno de los bombones rellenos con alcohol etílico, se concluye que no se encontraron diferencias estadísticas significativas en cuanto a los descriptores olor y color de los bombones al añadir alcohol etílico en su elaboración, por el contrario si existió diferencias estadísticas significativas en

cuanto a los descriptores sabor y textura, ya que los evaluadores tienen preferencia por el bombón relleno con ganache de maracuyá y alcohol sobre los bombones rellenos de ganache de leche y alcohol y bombones rellenos con ganache de chocolate blanco con pasas y alcohol.

Para utilizar el destilado del jugo de caña de maíz en la elaboración de otro tipo de preparaciones gastronómicas, es necesario identificar si el alcohol interactúa positivamente con otros ingredientes potenciando las propiedades sensoriales de los productos finales.

Se recomienda realizar el estudio necesario para determinar en tiempo de vida en percha de los bombones debido a que los productos elaborados contienen ingredientes extras como la crema de leche, ya que al ser un producto lácteo disminuye su tiempo de vida útil.

## Referencias

- Agricultorers. (21 de Agosto de 2017). Obtenido de Los mayores productores de maíz: <http://agricultorers.com/los-mayores-productores-de-maiz-encuentra-tu-pais/>
- Aguirre, E. (2017). *Respositorio Universidad de las Américas*. Obtenido de Elaboración de productos a base de chocolate ecuatoriano utilizando agua, pulpa y reducciones de frutas: <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/7033/1/UDLA-EC-TTAB-2017-02.pdf>
- Basantes, E. (2015). *Repositorio ESPE*. Obtenido de Manejo de cultivos andinos del Ecuador: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10163/4/Manejo%20Cultivos%20Ecuador.pdf>
- Correa, H. (2013). *Livestock Research for Rural Development*. Obtenido de Rendimiento y valor nutricional de la miel de caña de maíz en Colombia: <http://www.lrrd.org/lrrd25/4/corr25072.htm>
- Curviña, M. (2017). *(Tesis de pregrado), Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba*. Obtenido de La producción del maíz en la organización de semilleristas, productores agrícolas de San José de Chazo y su incidencia en el nivel de ingresos de los miembros de la organización período 2015: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4386/1/UNACH-EC-FCP-ING-COM-2017-0049.pdf>
- INEN. (1987). Obtenido de Alcohol etílico rectificado. Requisitos. NTE INEN 375-2: [http://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_375-2.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_375-2.pdf)
- INEN. (1992). *Bebidas alcohólicas. Definiciones*. Obtenido de [http://181.112.149.204/buzon/normas/nte\\_inen\\_338-4.pdf](http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_338-4.pdf)
- INIAP. (2021). Obtenido de Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra ecuatoriana: <file:///C:/Users/hp/Downloads/GUIA%20CULTIVO%20DE%20MAIZ%202021-1.pdf>
- INVIMA. (2016). Obtenido de Programa de bebidas alcohólicas manual de inspección con enfoque en el riesgo.: <https://www.invima.gov.co/procesos/archivos/IVC/INS/IVC-INS-MN010.pdf>
- López, R., Miryan, U., Ureña, S., & Quiñonez, M. (11 de Febrero de 2020). *Red Santo Domingo Investiga*. Obtenido de Aprovechamiento de los tallos de maíz (*Zea mays*) del híbrido Dk 7088 en distintas edades para la obtención de jugo y miel: <http://www.redisd.org/index.php/es/resumen-recibidos/10->

linea-01-salud-y-bienestar/409-aprovechamiento-de-los-tallos-de-maiz-zea-mays-del-hibrido-dk-7088-en-distintas-edades-para-la-obtencion-de-jugo-y-miel

Ortega, J. (2018). *Repositorio UISEK*. Obtenido de Obtención de alcohol como combustible : chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2819/1/Obtenci%C3%B3n%20De%20Alcohol%20A%20Partir%20Del%20Tallo%20De%20Ma%C3%ADz.pdf

Schuhmacher, K., Forsthofer, L., Rizzi, S., Teubner, W. E., & Schönfeldt. (1996). *El gran libro del chocolate*. Alemania: Everest S.A.