

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

OBTENCIÓN DE VODKA A PARTIR DE DOS TIPOS DE MAÍZ  
(*Zea mays*): MAÍZ AMARILLO AMILÁCEO Y MAÍZ BLANCO DE GRANO VITRIO.

**Tesis de grado presentada como requisito para optar  
por el título de INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**Vásquez Galárraga Mayra Gabriela  
Vásquez Villarreal Ligia Elena**

**DIRECTOR  
Ing. Luis Sandoval**

**ASESORES  
Dra. Lucía Yépez  
Ing. Marcelo Vacas  
Ab. Galo Vásquez**

**IBARRA - ECUADOR  
2009**

## DATOS PERSONALES



**Apellidos:** Vásquez Galárraga

**Nombres:** Mayra Gabriela

**C.I:** 1002837746

**Teléfono domicilio:** 062958836

**Telf. celular:** 084087516

**E-mail:** mgabby30@yahoo.es

**Dirección:** Imbabura – Ibarra – El Sagrario – Barrio La Florida – Calle Las Dalias s/n

**Fecha de defensa de tesis:** 18 de Febrero de 2009



**Apellidos:** Vásquez Villarreal

**Nombres:** Ligia Elena

**C.I:** 1003003280

**Teléfono domicilio:** 062651610

**Telf. celular:** 095063392

**E-mail:** vasquez\_ligia@yahoo.es

**Dirección:** Imbabura – Ibarra – Caranqui – El Ejido de Caranqui

**Fecha de defensa de tesis:** 18 de Febrero de 2009

## RESUMEN

El vodka es una bebida alcohólica obtenida a partir de la fermentación y destilación de maíz, trigo, otros cereales y de la papa, se caracteriza por su pureza química por lo que presenta un olor y sabor suaves.

La presente investigación se basó en la evaluación de dos tipos de maíz (maíz blanco y maíz amarillo) para la obtención de vodka probando dos tipos de enzimas amilasas (Termamyl 120 Type L y Fungamyl 800 L) y a diferentes temperaturas (Ambiente  $18 \pm 2$  °C y Controlada  $23 \pm 2$  °C).

Para el análisis estadístico se empleó, un diseño completamente al azar con arreglo factorial AxBxC, el mismo que se utilizó para las variables: contenido de almidón, grado alcohólico, acidez total, porcentaje de sólidos solubles, potencial hidrógeno, tiempo de fermentación, rendimiento de alcohol, contenido de congéneres y pruebas organolépticas (aroma, color, sabor, aspecto). La determinación de diferencia significativa se realizó con la prueba de TUKEY para el caso de tratamientos y DMS en el caso de factores.

Con los resultados obtenidos se pudo identificar los mejores tratamientos siendo: en grado alcohólico el T8 (Tipo de Maíz Blanco de grano Vitrio + Temperatura de Fermentación Controlada ( $23 \pm 2$  °C) + Enzima Fungamyl 800L) con 84,37 °GL mientras que para el caso de rendimiento el mejor fue el T5 (Tipo de Maíz Blanco de grano Vitrio + Temperatura de Fermentación Ambiente ( $18 \pm 2$  °C) + Enzima Termamyl 120L) con 826,00 ml, en lo que corresponde a acidez el tratamiento que obtuvo menor contenido de ácido acético fue el T8 (Tipo de Maíz Blanco de grano Vitrio + Temperatura de Fermentación Controlada ( $23 \pm 2$  °C) + Enzima Fungamyl 800L) considerándose como mejor, por otro lado al final de la fermentación se realizó análisis de contenido de almidón presentándose como el tratamiento que tuvo un adecuado desdoblamiento de almidón en azúcar el 5 (Tipo de Maíz Blanco de grano Vitrio + Temperatura de Fermentación Ambiente ( $18 \pm 2$  °C) + Enzima Termamyl 120L).

Para conocer la aceptación del vodka se lo sometió a pruebas organolépticas presentándose el Tratamiento 8 (Tipo de Maíz Blanco de grano Vitrio + Temperatura de Fermentación Controlada ( $23 \pm 2$  °C) + Enzima Fungamyl 800L) como el mejor frente a los demás tratamientos y a los productos comerciales.

## SUMMARY

Vodka is an alcoholic drink obtained through the fermentation and distillation of corn, wheat, and other cereals and potatoes. It is characterized by its chemical pureness so that it presents soft taste and flavor.

This research is based on the evaluation of two kinds of corn (white corn and yellow corn) to obtain vodka trying two different kinds of amylase enzymes (Termamyl 120 Type L and Fungamyl 800L) at different temperatures (room temperature  $18 \pm 2$  °C and controlled temperature  $23 \pm 2$  °C).

For the statistic analysis, a complete at random design was used with the factorial arrangement AxBxC, which was used for the variables: starch content, alcohol degree, total acidity, percentage of soluble solids, hydrogen potential, fermentation time, alcohol yield, congener content and tasting proof (flavor, color, taste, appearance). The determination of a significant difference was carried out with the TUKEY proof with regard to the treatments and DMS in regard with factors.

With the obtained results, as the best treatments were identified: for the alcohol degree it was T8 (White corn, Vitrio grain + controlled fermentation temperature ( $23 \pm 2$  °C) + Fungamyl enzyme 800L) with 84,37 °GL, while with regard to the best yield was T5 (White corn, Vitrio grain + fermentation at room temperature ( $18 \pm 2$  °C) + Termamyl Enzyme 120L) with 826,00 ml. Referring to the acidity, the treatment with the lowest content of acetic acid was 8 (White corn, Vitrio grain + controlled fermentation temperature ( $23 \pm 2$  °C) + Fungamyl enzyme 800L) considered as the best one. On the other hand, at the end of the fermentation, an analysis of the starch content was carried out proving as the treatment with an appropriate division of starch into sugar treatment 5 (White

corn, Vitrio grain + fermentation at room temperature ( $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) + Termamyl enzyme 120L).

To know about the acceptance of vodka, it was submitted to tasting proofs presenting the treatment 8 (White corn, Vitrio grain + controlled fermentation temperature ( $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) + Fungamyl enzyme 800L) as the best one compared to the other treatments and the commercial products.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materia prima

- ✓ Harina de maíz amarillo.
- ✓ Harina de maíz blanco.

### Insumos

- ✓ Enzimas amilasas (Termamyl<sup>®</sup> 120L, Fungamyl<sup>®</sup> 800L, AMG<sup>®</sup> 300L).
- ✓ Levadura (*saccharomyces cerevisiae*).
- ✓ Ácido cítrico.
- ✓ Agua destilada.
- ✓ Agua embotellada.

## FACTORES EN ESTUDIO

### Factor A: Tipo de maíz (TM)

- TM1: Maíz amarillo amiláceo (*Zea mays*)
- TM2: Maíz blanco de grano vitrio

### Factor B: Temperatura de fermentación (TF)

- TF1:  $18 \pm 2^{\circ}\text{C}$  Ambiente
- TF2:  $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$

### Factor C: Tipo de enzima (TE).

- TE1: Termamyl<sup>®</sup> 120L
- TE2: Fungamyl<sup>®</sup> 800L

## DISEÑO EXPERIMENTAL

Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial A x B x C.

### Unidad experimental

Cada unidad experimental tuvo un volumen de 18 litros de mosto (5 kg de harina en 15 l de agua).

## VARIABLES EVALUADAS

- ✓ Contenido de almidón.
- ✓ Variación del potencial hidrógeno.
- ✓ Variación del porcentaje de sólidos solubles.
- ✓ Tiempo de fermentación.
- ✓ Rendimiento de alcohol obtenido del mosto.
- ✓ Grado alcohólico.
- ✓ Acidez total.

- ✓ Contenido de congéneres (metanol, alcoholes superiores, ésteres, furfural y aldehídos).

## DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

### ✓ Materia prima (Maíz)

El maíz fue adquirido de la provincia del Carchi específicamente del sector San Gabriel.

### ✓ Pesado 1

Se hizo con el fin de conocer la cantidad de materia prima (grano) con la que contaba para el proceso.

### ✓ Molido

Se procedió a pulverizar los granos de maíz en un molino de tornillo sin fin para obtener la harina de maíz.

### ✓ Pesado 2

Con la ayuda de una balanza se procedió a pesar la harina, con el objetivo de conocer el porcentaje de pérdidas producidas en la etapa de molido.

### ✓ Harina

Para la elaboración de vodka la materia prima a utilizada fue la harina de maíz (*Zea mays*): suave amarillo amiláceo y blanco de grano vitrio.

### ✓ Pesado 3

Se pesó la cantidad de harina para cada unidad experimental.

### ✓ Mezclado

La harina se mezcló con el agua fría para evitar la formación de grumos.

### ✓ Gelatinización

La mezcla fué llevada a ebullición, con el objetivo de gelatinizar el almidón y de esta manera facilitar su hidrólisis.

### ✓ Adición de Enzima

A la solución gelatinizada se le ajustó a la temperatura y pH adecuados para que las enzimas amilasas: Termamyl o Fungamyl actúen (0.05% -  $85^{\circ}\text{C}$  - pH 6.6 y 0.01% -  $55^{\circ}\text{C}$  - pH 5.5) respectivamente.

### ✓ Reposo 1

Adicionada la enzima (Termamyl o Fungamyl) se dejó en reposo durante una hora para que la enzima hidrolice los enlaces glucosídicos alfa 1,4 de amilasa y amilopectina.

### ✓ Adición Enzima AMG300L

La temperatura se ajustó a  $75^{\circ}\text{C}$  para agregar la enzima amilasa AMG la cual se

adicionó a un 0.15%, que actuó en los enlaces alfa 1-4 y 1-6 de la cadena de almidón.

✓ **Reposo 2**

Luego de haber adicionado la enzima AMG 300L, se dejó en reposo durante una hora para que la enzima hidrolice los enlaces 1-4 y 1-6 de almidón.

✓ **Inoculación**

Se redujo la temperatura hasta llegar a 35 °C, la cual es ideal para inocular las levaduras el porcentaje de adición fue 2 % con respecto a los 18 litros de mosto, las mismas que no recibieron ningún tratamiento previo.

✓ **Fermentación**

El proceso de fermentación se realizó a una temperatura ambiente  $18 \pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , en el cual se produjo el desdoblamiento de los azúcares en alcohol y  $\text{CO}_2$ .

✓ **Filtrado**

Terminada la fermentación se procedió a filtrar para eliminar todos los sedimentos.

✓ **Destilación**

Para este proceso se utilizó un equipo de destilación fraccionada elaborado en material de vidrio con capacidad de 12 litros.

✓ **Estandarización**

El cuerpo obtenido de la destilación se estandarizó a 40°GL con agua destilada.

✓ **Envasado**

El cuerpo ya estandarizado, se envasó en botellas de vidrio transparente.

✓ **Etiquetado**

La etiqueta contiene toda la información adecuada.

✓ **Almacenado**

Las botellas se almacenaron al ambiente.

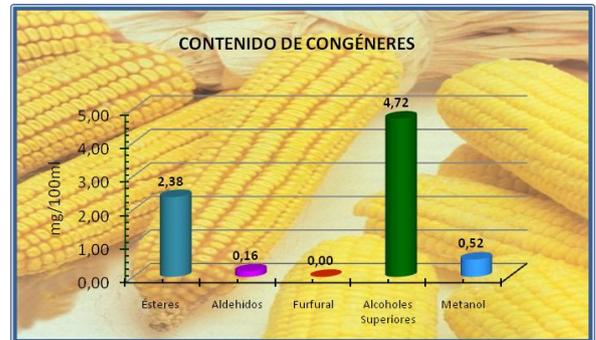
**RESULTADOS**

**CONTENIDO DE ALMIDÓN**



El gráfico indica que el tipo de maíz blanco contiene un alto porcentaje de almidón alcanzando un 75,24%, mientras que el tipo de maíz amarillo contiene un 68,91%.

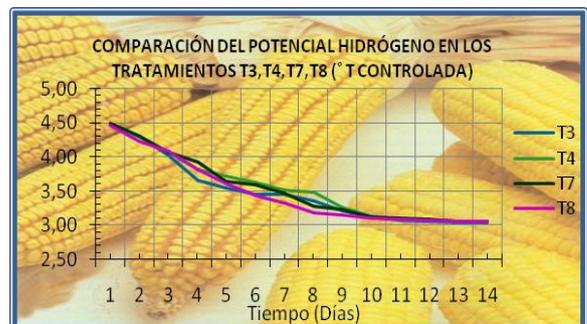
**PRODUCTO TERMINADO**



Los valores de contenido de congéneres muestra que todos los tratamientos se encuentran dentro de los parámetros permitidos por la norma INEN 369 Vodka Requisitos.

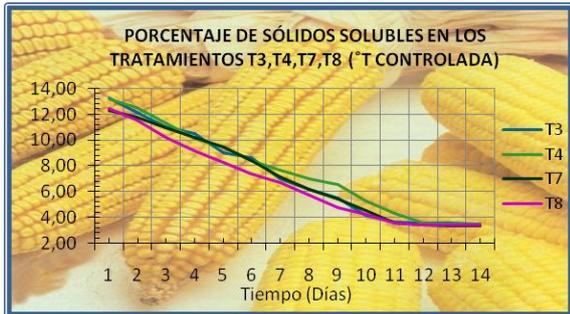
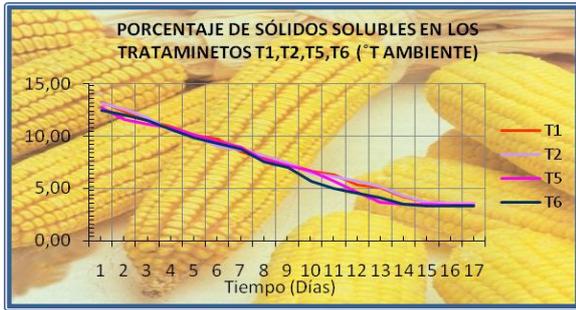
**RESULTADOS ESTADÍSTICOS**

**Análisis de la variable potencial hidrógeno**



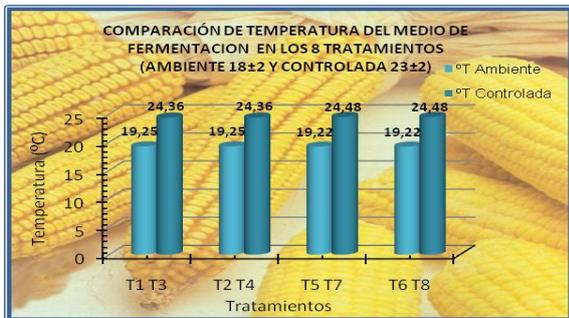
Los gráficos muestran el descenso de potencial hidrógeno que tuvieron todos los tratamientos que se encuentran separados por la temperatura a la que fueron sometidos en la fermentación.

### Análisis de la variable sólidos solubles



Los gráficos muestran el descenso de porcentaje de sólidos solubles que tuvieron todos los tratamientos que se encuentran separados por la temperatura a la que fueron sometidos en la fermentación.

### Análisis de la variable tiempo de fermentación



Los gráficos muestran la influencia que tuvo la temperatura de fermentación en el tiempo de la fermentación existiendo una variación de tres días

para los tratamientos que fueron sometidos a temperatura ambiente.

### Análisis de Contenido de almidón.



El gráfico de comparación del contenido de almidón al finalizar la fermentación en los 8 tratamientos muestra que el Tratamiento 5 (Tipo de Maíz Blanco de grano Vitrio + Temperatura de Fermentación Ambiente (18±2 °C) + Enzima Termamyl 120L), presentó el menor % de almidón con 1,99.

### Análisis de Rendimiento de alcohol.



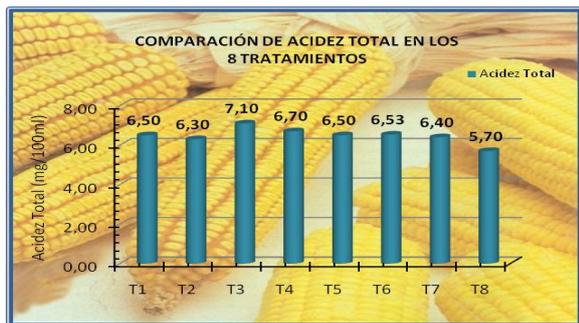
El gráfico de comparación de rendimiento de alcohol en los 8 Tratamientos presenta que el Tratamiento 5 (Tipo de Maíz Blanco de grano Vitrio + Temperatura de Fermentación Ambiente (18±2 °C) + Enzima Termamyl 120L) obtuvo el mayor rendimiento de Vodka con 826,0 ml.

### Análisis de Grado alcohólico.



Al comparar los valores del contenido de grado alcohólico, del producto terminado en la presente investigación, se observó que, el Tratamiento 8 (Tipo de Maíz Blanco de grano Vitrio + Temperatura de Fermentación Ambiente ( $23\pm 2$  °C) + Enzima Fungamyl 800L) presentó el mayor grado alcohólico  $84,37^\circ\text{GL}$ .

### Análisis de de acidez total.



Al comparar los valores de acidez total del producto terminado en la presente investigación se observa que, el Tratamiento 8 (Tipo de Maíz Blanco de grano Vitrio + Temperatura de Fermentación Controlada ( $23\pm 2$  °C) + Enzima Fungamyl 800L) presentan la acidez más baja con un valor de  $5,7\text{mg} / 100\text{ml}$ , es decir la menor cantidad de ácido acético.

### CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en la investigación se plantea las siguientes conclusiones.

1. Se determinó que las mejores condiciones de fermentación se dieron en el Tratamiento 8 (Tipo de Maíz Blanco de grano Vitrio + Temperatura de Fermentación Controlada ( $23\pm 2$  °C) + Enzima Fungamyl 800L) por que su valor de acidez fué el mas bajo siendo de  $5,70\text{ mg}/100\text{ml}$ , que corresponde a la cantidad de ácido acético producido durante la fermentación valor que esta dentro de la Norma INEN 369 "Vodka Requisitos"(Anexo 10).
2. El análisis de contenido de almidón en el maíz determinó que; la mejor variedad para la elaboración de vodka es el maíz blanco, alcanzando un  $75,24\%$ , siendo mayor que el maíz amarillo el cual obtuvo el  $68,91\%$ .

3. La temperatura de fermentación no influye en las características organolépticas del producto final.
4. El Tratamiento 5 (Tipo de Maíz Blanco de grano Vitrio + Temperatura de Fermentación Ambiente ( $18\pm 2$  °C) + Enzima Termamyl 120L) obtuvo el rendimiento en volumen más alto siendo  $826,00\text{ ml}$ , mientras los restantes tratamientos se mantuvieron en un rango de  $823,00\text{ml}$  y  $722,67\text{ml}$ .
5. El mayor grado alcohólico logró el Tratamiento 8 (Tipo de Maíz Blanco de grano Vitrio + Temperatura de Fermentación Controlada ( $23\pm 2$  °C) + Enzima Fungamyl 800L) con  $84,37^\circ\text{GL}$  debido a que existió un buen desdoblamiento del almidón en azúcares fermentables.
6. En lo que se refiere a características organolépticas obtenidas de la primera catación de los 8 tratamientos se presentaron como mejores el Tratamiento 8 (Tipo de Maíz Blanco de grano Vitrio + Temperatura de Fermentación Controlada ( $23\pm 2$  °C) + Enzima Fungamyl 800L) y el Tratamiento 2 (Tipo de Maíz Amarillo Amiláceo + Temperatura de Fermentación Ambiente ( $18\pm 2$  °C) + Enzima Fungamyl 800L).
7. A los mejores tratamientos obtenidos de la primera catación que fueron el Tratamiento 8 (Tipo de Maíz Blanco de grano Vitrio + Temperatura de Fermentación Controlada ( $23\pm 2$  °C) + Enzima Fungamyl 800L) y el Tratamiento 2 (Tipo de Maíz Amarillo Amiláceo + Temperatura de Fermentación Ambiente ( $18\pm 2$  °C) + Enzima Fungamyl 800L), se comparó con dos comerciales, (Konik y Aira), teniendo una mejor aceptación los tratamientos por encima de las marcas comerciales.
8. Finalmente se considera que el mejor tratamiento en general de acuerdo a las variables evaluadas, análisis químicos y organolépticos realizados es el Tratamiento 8 (Tipo de Maíz Blanco de grano Vitrio + Temperatura de Fermentación Controlada ( $23\pm 2$  °C) + Enzima Fungamyl 800L).

9. El costo de producción de una botella de 750 ml tiene un valor de 4,90 USD.
10. En la presente investigación se pudo obtener como mejor tratamiento al T8 (Maíz Blanco de grano Vitrio + Temperatura de Fermentación Controlada (23±2°C) + Enzima Fungamyl 800L), es decir el tipo de maíz, la temperatura de fermentación si influyen para la obtención de la bebida alcohólica Vodka.

### RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a esta investigación, para la producción de vodka en forma comercial se recomienda usar el tipo de maíz blanco, por poseer un porcentaje mayor de almidón, permitiendo así obtener un mejor rendimiento en la obtención de alcohol y, además por presentar mejores características organolépticas en el producto final.
2. Se debe recoger un volumen mayor de cabezas para de esta manera eliminar una mayor cantidad de metabolitos secundarios, también se debe realizar los análisis químicos del producto como son contenido de congéneres y así, se obtendrá un mayor margen de seguridad para que se demuestre que el producto es apto para el consumo humano
3. Las fracciones de la destilación como: cabezas y colas que no son consideradas como bebidas alcohólicas por tener compuestos nocivos para el ser humano, pueden tener un uso industrial como solventes para el caso de las cabezas y de las colas se puede hacer una redestilación y obtener un alcohol de mayor grado que también puede tener uso industrial.
4. En lo que se refiere a la fibra y vinazas que, son productos de desecho de la filtración y destilación se recomienda hacer análisis de contenido nutricional para darle un aprovechamiento adecuado sea para alimentación animal o como abono orgánico.
5. Para disminuir costos se recomienda usar en todo el proceso agua potable y adquirir materia prima en época de mayor producción.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. **BRAVERMAN J.B.S. (1980)**; Introducción a la Bioquímica de los Alimentos; Editorial El Manual Moderno; México D.F.
2. **CALLEJO MARÍA (2002)**; Industrias de Cereales y Derivados; Colección Tecnología De Alimentos; Ediciones AMV.
3. **CASTAÑEDA PEDRO (1990)**; El Maíz y su Cultivo; Agt. Editor, S.A., México, D.F.
4. **CORDOVÍ EDUARDO (1988)**; Bebidas Notables; Editorial Oriente; Santiago De Cuba.
5. **DE ROSA TULLIO (1998)**; Tecnología de los Vinos Blancos; Ediciones Mundi-Prensa; Barcelona-España.
6. **FLANZY CLAUDE (2000)**; Enología: Fundamentos Científicos y Tecnológicos; Ediciones Mundi-Prensa; Madrid-España.
7. **GONZÁLES REYMUENDO (1978)**; Microbiología de la Bebidas; Pueblos Y Educación Ediciones; La Habana-Cuba.
8. **LARRAÑAGA, otros (1999)**; Control e Higiene de los Alimentos; España.
9. **OWEN FENNERA (1982)**; Introducción a la Ciencia de los Alimentos; Barcelona-España.
10. **PALACIO HERNÁN (1956)**; Fabricación del Alcohol; SALVAT Editores S.A.; Barcelona-España.
11. **POTTER N. Y HOTCHKISS J (1999)**; Ciencia de los Alimentos; Editorial Acribia S.A.; Zaragoza-España.
12. **POZO N. Y GALLEGOS L. (2006)**; Tesis: Determinación de los Parámetros Óptimos en la Elaboración de una Bebida Alcohólica a Partir de Yuca.
13. **QUEZADA WALTER (2000)**; Determinación de los Parámetros Óptimos para la Producción de Harina de Chonta y la utilización en la Alimentación Humana; Proyecto De Investigación Financiado UTN-CONESUP.
14. **VELASTEGUÍ RAMIRO (1992)**; El Cultivo de la Yuca en el Ecuador Comercialización, Impacto en la Agroindustria, Aspectos Socio-Económicos y de Organización de Productores; FUNDAGRO-INIAP-CIAT; Quito-Ecuador.
15. **ACTIVIDAD ENZIMÁTICA**; [Página web en línea]; Disponible: [www.lab-ferrer.com/documentacio/enzima.pdf](http://www.lab-ferrer.com/documentacio/enzima.pdf) [Consulta: 2008, Enero 17].
16. **AMILASA**; [Página web en línea]; Disponible: <http://es.wikipedia.org/wiki/Amilasa>; [Consulta: 2008 Enero17].

## RESUMEN EJECUTIVO

### PROBLEMA

La producción de Vodka en el Ecuador no satisface la demanda que tiene el producto a nivel nacional.

### JUSTIFICACIÓN

Presentar una nueva alternativa de industrialización del cereal aprovechando sus características, por lo que se pone a consideración la presente investigación.

### OBJETIVO GENERAL

- Obtener vodka a partir de dos tipos de maíz (*zea mays*): maíz amarillo amiláceo y maíz blanco de grano vitrio.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cuantificar las mejores condiciones de fermentación.
- Determinar el mejor tipo de maíz para la elaboración de vodka.
- Demostrar la acción hidrolítica de dos tipos de enzimas amilasas en el almidón de la harina de maíz.
- Comparar el efecto de las temperaturas (ambiente  $18 \pm 2$  °C y  $23 \pm 2$  °C) en las características organolépticas del producto.
- Calcular el rendimiento de alcohol destilado.
- Evaluar la calidad del producto mediante análisis físico-químicos (pH, contenido de almidón, ° Brix, acidez total, grado alcohólico) y organolépticos.

### MÉTODOS

#### FACTORES EN ESTUDIO

##### Factor A: Tipo de maíz (TM)

**TM1:** Maíz amarillo amiláceo (*Zea mays*)

**TM2:** Maíz blanco de grano vitrio

##### Factor B: Temperatura de fermentación (TF)

**TF1:**  $18 \pm 2$  °C Ambiente

**TF2:**  $23 \pm 2$  °C

##### Factor C: Tipo de enzima (TE).

**TE1:** Termamyl® 120L

**TE2:** Fungamyl® 800L

### DISEÑO EXPERIMENTAL

Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial A x B x C.

#### Unidad experimental

Cada unidad experimental tuvo un volumen de 18 litros de mosto (5 kg de harina en 15 l de agua).

### RESULTADOS

Producto de la investigación se obtuvo un Vodka con 7.41 mg / 100 ml de contenido de congéneres, 846 ml de rendimiento y 5.7 mg/ 100 ml de ácido acético.

### CONCLUSIONES

Las variedades de maíz utilizadas se mostraron como excelentes materias primas para la elaboración de Vodka.

### RECOMENDACIONES

Se recomienda probar con otro tipo de cereales como pueden ser trigo, centeno, etc,