

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA DESTILADA (Vodka) A PARTIR DE
TRES VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum*) UTILIZANDO DOS TIPOS DE
ENZIMAS**

Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniera Agroindustrial

**Benavides Arteaga Irma Mariana
Pozo López María Magdalena**

**Directora
Doctora Lucía Yépez**

**Asesores
Ing. Marcelo Vacas
Ing. Marcelo Miranda
Dr. Alfredo Noboa**

**Ibarra-Ecuador
2008**

DATOS PERSONALES

Apellidos: Benavides Arteaga

Nombres: Irma Mariana

C.C: 0401463286

Teléfono celular: 091483452

E-mail: jlflaca23@yahoo.es

Dirección:

Imbabura – Ibarra – El Sagrario - Alfredo Gómez Jaime 1-08

Fecha de defensa de tesis: 3 de Julio del 2008

Apellidos: Pozo López

Nombres: María Magdalena

C.C: 0401567714

Teléfono celular: 085041423

E-mail: marypozo@latinmail.com

Dirección:

Imbabura – Ibarra – El Olivo

Fecha de defensa de tesis: 3 de Julio del 2008

RESUMEN

Uno de los problemas en la zona norte del Ecuador de tipo agrícola es la inestabilidad de producción de papa, lo que origina épocas de gran oferta con una disminución en el precio del producto y épocas de poca oferta con un incremento en los precios por lo que se pone a consideración la presente investigación "Elaboración de una bebida alcohólica destilada (Vodka) a partir de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) utilizando dos tipos de enzimas".

La fase de fermentación se llevo a cabo en la Parroquia el Sagrario, la destilación y análisis físico-químicos se realizaron en la Industria Licorera y Embotelladora del Norte SA, ILENSA, en la Ciudad de Ibarra.

Se estudiaron como factores:

Factor A: Variedades de papa (Super chola, Capiro, Gabriela)

Factor B: Tipos de Enzima (Termamyl 120 Type L y Fungamyl 800 L)

Se evaluó mediante las variables cualitativas: Prueba de Yodo y pruebas organolépticas y dentro de las variables cuantitativas: Rendimiento de almidón, porcentaje de sólidos disueltos, pH, grado alcohólico, acidez total, esterres, aldehídos, alcoholes superiores, metanol, rendimiento de Vodka.

Para el análisis estadístico se utilizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial AxB este diseño se aplicó a las variables: Acidez total, rendimiento de Vodka y grado alcohólico del cuerpo del destilado. Se utilizó pruebas de Tuckey para tratamientos y DMS para factores.

Se obtuvo los siguientes resultados: En pH el mejor tratamiento fue el T6 (Variedad Gabriela + Enzima Termamyl 120 Type L) con un valor de 3,02. La variable % de sólidos disueltos permitió conocer que tratamiento presentó un mayor consumo de azúcares, siendo el T 3 (Variedad Capiro + Enzima Termamyl 120 Type L) con un valor de 3.2%. La acidez determinó que el T 3(Variedad Capiro + Enzima Termamyl 120 Type L) presentó el menor valor 2, 83 mg/100ml de muestra. En la variable grado alcohólico del cuerpo del destilado se determinó que el mejor tratamiento fue el T2(Variedad Super chola +Enzima Fungamyl 800 L) un valor de 85,6°GL. Para la variable rendimiento de Vodka se realizó el balance de materiales dando como resultado que T 1 presentó el mayor porcentaje con un valor de 6,00%

En el transcurso de la investigación también se evaluó el rendimiento de almidón de las 3 variedades de papa, demostrando que la variedad capiro tiene el mayor porcentaje de almidón con 16,8%.

Para determinar la calidad química de el Vodka se realizó un análisis mediante cromatografía de gases donde se analizó: Esterres, aldehídos, metanol, alcoholes superiores, furfural, determinando que el mejor tratamiento es el T 1 (Variedad Súper chola + Enzima Termamyl 120 Type L).

SUMMARY

One of the agricultural problems in the northern area of Ecuador is the lack of stability in potato production what brings times with a large supply and a decrease of the price of the product and times with low supply and an increase in the prices so that this research work puts into consideration the "Elaboration of a distilled alcoholic beverage (Vodka) based on three varieties of potatoes (*Solanum tuberosum*) using two kinds of enzymes.

The fermentation stage was carried out in El Sagrario Parish, the distillation and the physical-chemical analysis were performed in Industria Licorera y Embotelladora del Norte SA, ILENSA, in Ibarra City.

These factors were studied:

Factor A: Potato varieties (Super chola, Capiro, Gabriela)

Factor B: Kinds of enzymes (Termamyl 120 Type L and Fungamyl 800 L)

The evaluation was carried out by means of the qualitative variables: Iodine test and organoleptic tests and among the quantitative variables: starch yield, percentage of dissolved solids, pH, alcohol degree, total acidity, esters, aldehydes, superior alcohols, methanol, Vodka yield.

A completely at random design was used for the statistic analysis with the factorial arrangement AxB. This design was applied to the variables: total acidity, Vodka yield and alcohol degree in the body of the distillate. Tuckey tests were used for the treatments and DMS for factors.

The following results were obtained: in pH, the best treatment was T6 (variety Gabriela + enzyme Termamyl 120 Type L) with a value of 3,02. The variable percentage of dissolved solids allowed us to know that the treatment presented a higher consumption of sugars, with T3 (variety Capiro + Enzyme Termamyl 120 Type L) with a value of 3.2%. Acidity determined that T 3 (Variety Capira + enzyme Termamyl 120 Type L) presented the lowest value of 2,83 mg/100ml of the sample. In the variety alcohol degree of the distillate body it was determined that the best treatment was T2 (variety Super Chola + enzyme Fungamyl 800 L) with a value of 85,6° GL. For the variable Vodka yield the balance of materials was carried out with the result that T1 showed the best percentage with a value of 6,00%.

During the research, the starch yield of the potato varieties was also evaluated showing that the variety Capiro has the highest starch percentage with 16,8%.

To determine the chemical quality of the Vodka, an analysis through chromatography of gases was carried out. We analyzed: Esters, aldehydes, methanol, superior alcohols, furfural, determining that the best treatment is T1 (Variety Super Chola + Enzyme Termamyl 120 Type L).

MATERIALES Y MÉTODOS

Materias Primas:

- Papa variedad super chola
- Papa variedad capiro
- Papa variedad gabriela

Insumos.

- Enzima Termamyl 120 L, Type L
- Enzima Fungamyl 800 L
- Enzima AMG 300 L
- Levadura *Saccharomyces cerevisiae*
- Acido cítrico

Factores en estudio

Factor A

Variedad de papa (*Solanum tuberosum*)

Súper Chola (V1)

Capiro (V2)

Gabriela (V3)

Factor B

Tipos de enzimas (amilasas comerciales)

Termamyl 120L, Type L (E1)

Fungamyl 800 L (E2)

DISEÑO EXPERIMENTAL

Diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial: A x B

Unidad Experimental

Cada unidad experimental tuvo un peso de 15 kg de papa pelada

VARIABLES EVALUADAS

Materia prima

- Rendimiento de almidón

Hidrólisis enzimática

- Prueba de yodo

Durante la fermentación

- Porcentaje de sólidos solubles
- pH

Producto terminado

- Grado alcohólico
- Acidez total
- Esteres (acetato de etilo)
- Aldehídos
- Alcoholes superiores (iso amílico)
- Metanol
- Pruebas organolépticas (aroma, color, sabor, aspecto)
- Rendimiento de vodka

Descripción del Proceso

- **Recepción:** La papa, materia prima de nuestra investigación fue adquirida en el mercado mayorista de la ciudad de Ibarra.

- **Clasificación:** Se clasificó la materia prima eliminando aquellas que se encontraron en mal estado.

- **Pesado:** Una vez quitada la corteza se pesó la papa utilizando una balanza tipo reloj.

-**Rallado:** Esta operación consistió en aumentar la superficie de contacto de la papa, se realizó de forma manual utilizando ralladores de metal para facilitar la salida de las moléculas de almidón.

-**Lavado:** Una vez terminado la operación de rallado, se lavo con agua y agitación constante para extraer mayor porcentaje de almidón.

-**Sedimentación y decantado:** Se dejo en reposo durante 24 horas para que el almidón sedimente y se separe del agua luego de lo cual se eliminó toda el agua superficial.

- **Secado:** Para eliminar el agua retenida en el almidón se procedió a secar durante 3 horas a 45°C, en un horno con flujo de aire.

- **Pesado:** Una vez que se obtuvo el almidón seco se procedió a pesar cada unidad experimental para obtener el rendimiento de cada variedad.

- **Mezclado:** Se mezcló el almidón con agua destilada evitando la formación de grumos (200 g de almidón por un litro de agua destilada).

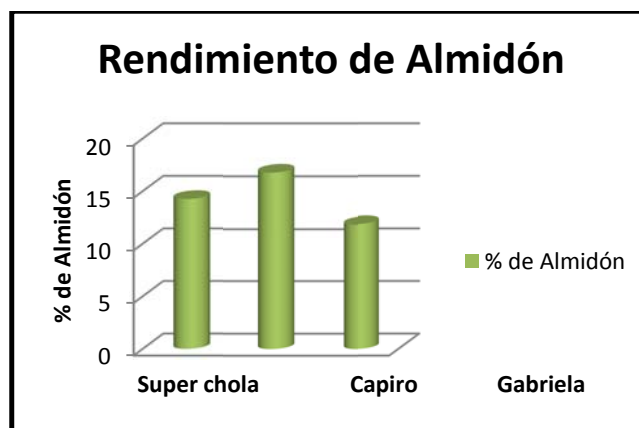
- **Gelatinización:** Cuando la mezcla estuvo homogénea se calentó a temperatura de 70°C dando como consecuencia la gelatinización del almidón.

-**Hidrólisis 1:** Luego de la gelatinización se adiciono la enzima Termamyl 120 L Type L o Fungamyl 800L, 0.01g de enzima por 5.26 g de almidón.

- **Reposo 1:** Adicionada la enzima se dejo en reposo durante una hora para que la enzima hidrolice los enlaces de amilosa y amilopectina y los transforme rápidamente en dextrinas solubles y oligosacaridos.
- **Hidrólisis 2:** Se ajusto el pH de 6.5 a 4.5 utilizando ácido cítrico 0.04% se adicono 0.01 g de la enzima AMG 300 L por cada 5.26 g de almidón a temperatura de 50°C.
- **Reposo 2:** Se dejo en reposo durante una hora para que la enzima libere unidades de glucosa de la cadena de almidón.
- **Inoculación:** Se coloco 100 ml de mosto en un vaso de precipitación a 35°C, se agrego 2% de levadura respecto al peso del mosto y se procedió a inocular en el resto de la mezcla.
- **Fermentación:** El mosto inoculado se llevo a los recipientes, en donde se realizó la fermentación alcohólica a temperatura aproximada de 18°C, y se mantuvo hasta obtener un pH constante.
- **Transvase:** Se procedió a trasvasar el mosto a otros recipientes con la finalidad de eliminar los sedimentos.
- **Destilación:** El mosto se destilo en un equipo de vidrio con columnas de rectificación, a una temperatura de 78°C, obteniendo etanol con un elevado grado alcohólico al mismo que se hizo la dilución correspondiente hasta obtener un grado alcohólico de 40°GL.
- **Embotellado y Etiquetado:** El producto se envaso en botellas de vidrio de 50 ml las cuales fueron etiquetadas para su presentación.
- **Almacenamiento:** Lista la bebida se almacenó para las respectivas pruebas.

RESULTADOS

Rendimiento de almidón



El gráfico indica que la variedad capiro contiene un alto porcentaje de almidón con el 16.8%, mientras que la variedades super chola y gabriela contienen un 14.26% y 11.87% respectivamente.

HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA

Prueba de yodo antes de la hidrólisis

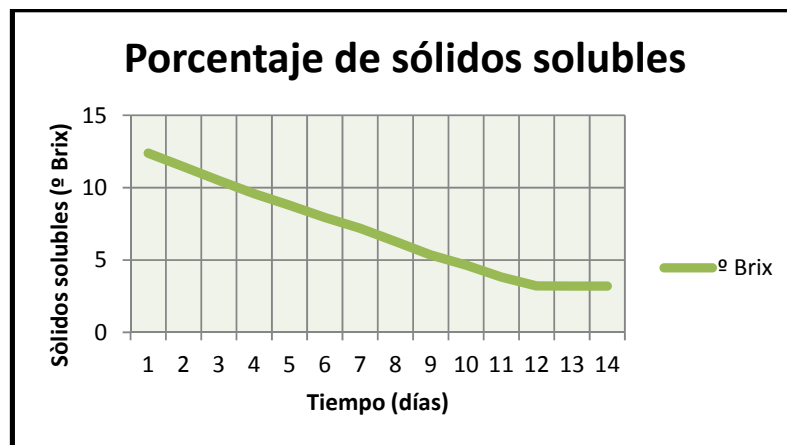
Los resultados de la prueba de yodo antes de realizar la hidrólisis en donde la prueba dio positiva tomando la muestra de una coloración azul, es decir existe presencia de almidón.

Prueba de yodo después de la hidrólisis

Los datos después de la hidrólisis enzimática dando como consecuencia resultado negativo, es decir que no hay presencia de almidón.

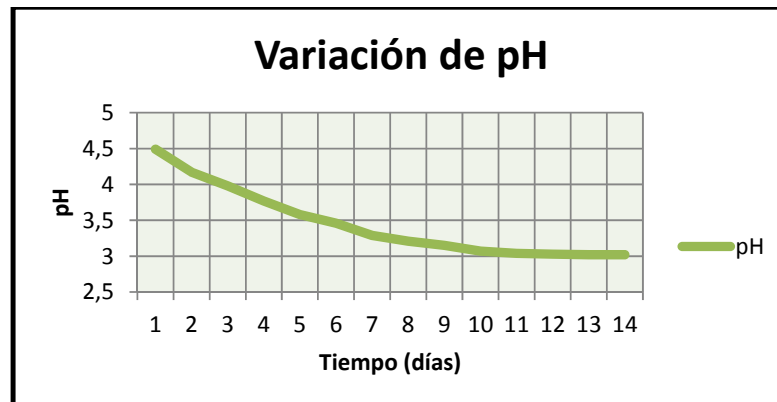
FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA

Porcentaje de sólidos solubles



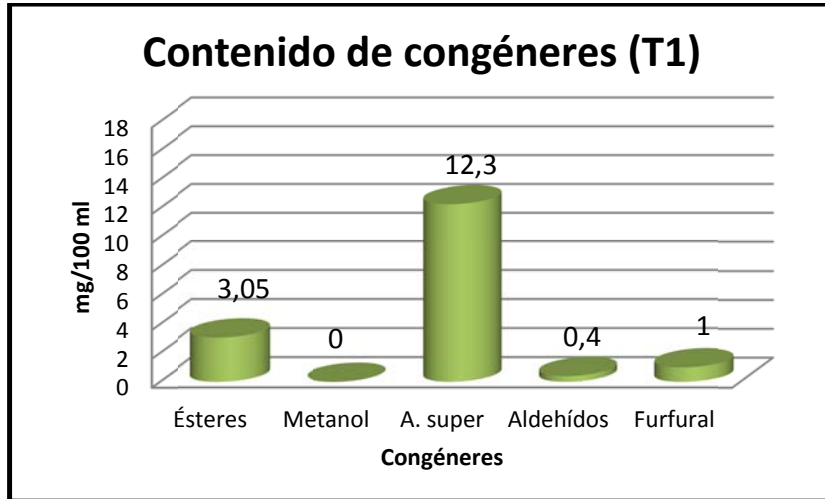
El gráfico indica que T3 (variedad capiro + enzima Termamyl 120 Type L) se observa un descenso rápido en el porcentaje de sólidos solubles con un valor de 3,20.

Variación de pH



En la variación de pH del tratamiento 6 (variedad gabriela + enzima Fungamyl 800 L) desciende rápidamente hasta el día 10 con un valor de 3,07 y llega con un valor de 3,02 al final de la fermentación.

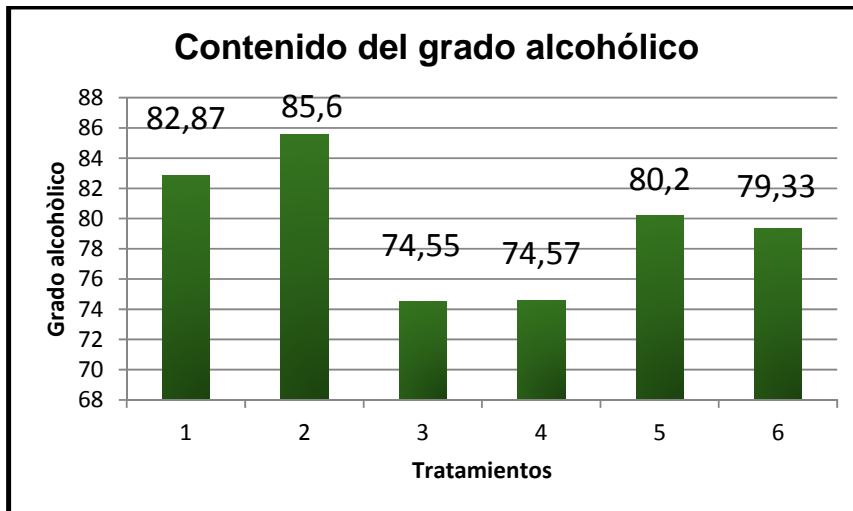
PRODUCTO TERMINADO



Fuente: Laboratorio de control de calidad ILENSA

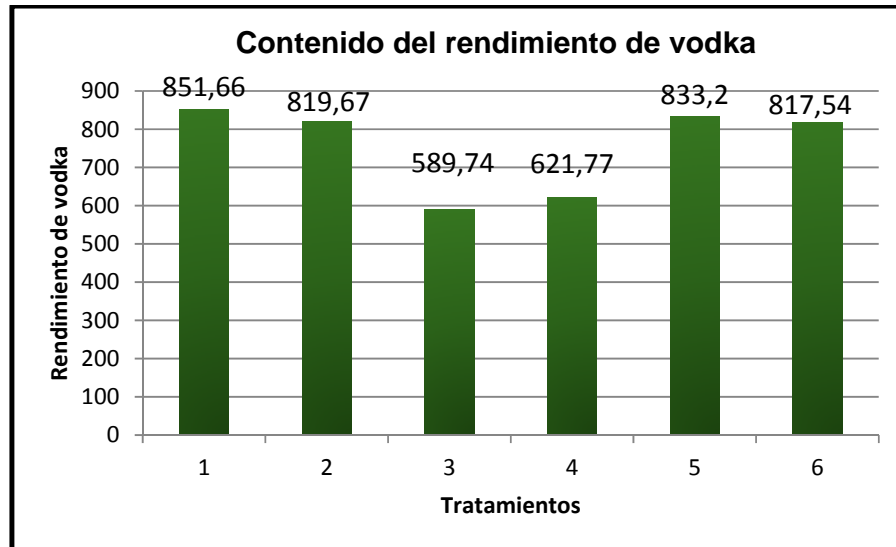
El T1 presentó el menor contenido de congéneres con un valor de 16.75 mg/100 ml.

Contenido de grado alcohólico



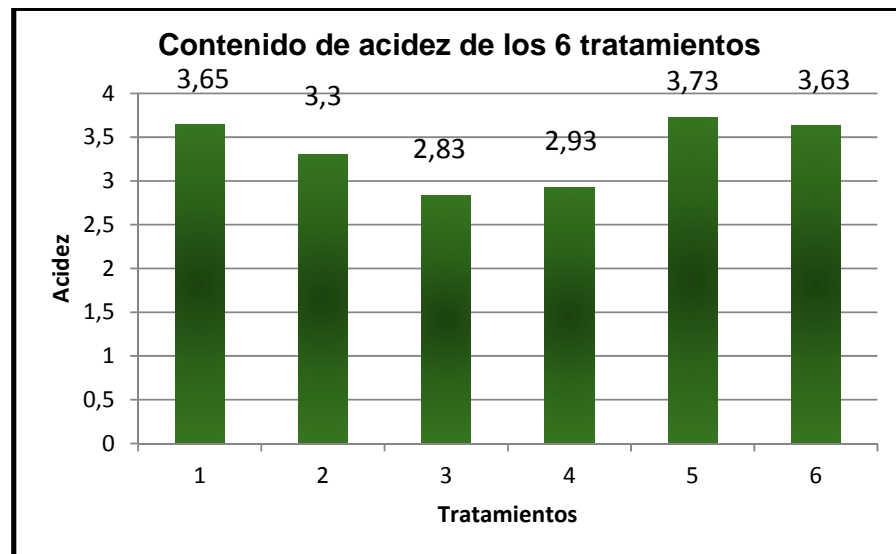
Al comparar los valores del contenido de grado alcohólico del producto terminado se observa que existe diferencia entre los tratamientos, el T 2 (variedad super chola + enzima Fungamyl 800 L) presenta grado alcohólico muy elevado (85,6).

Rendimiento de Vodka



El gráfico indica que el T 1(variedad super chola +enzima Termamyl 120 Type L) presenta mayor rendimiento con 851.66 ml.

Contenido de acidez



El gráfico presenta que el T3 (variedad capiro + enzima Termamyl 120 Type L) presenta el menor valor con 2,83 mg/100ml de muestra.

CONCLUSIONES

-En pH el mejor tratamiento fue el T6 (Variedad Gabriela + Enzima Termamyl 120 Type L) con un valor de 3,02.

- La variable % de sólidos disueltos permitió conocer que tratamiento presentó un mayor consumo de azúcares, siendo el T 3 (Variedad Capiro + Enzima Termamyl 120 Type L) con un valor de 3.2%.
- La acidez determinó que el T 3(Variedad Capiro + Enzima Termamyl 120 Type L) presentó el menor valor 2, 83 mg/100ml de muestra.
- En la variable grado alcohólico del cuerpo del destilado se determinó que el mejor tratamiento fue el T2(Variedad Super chola +Enzima Fungamyl 800 L) un valor de 85,6°GL.
- Para la variable rendimiento de Vodka se realizó el balance de materiales dando como resultado que T 1 presentó el mayor porcentaje con un valor de 6,00%.
- En el rendimiento de almidón la variedad capiro presenta el mayor porcentaje con un 16.8%.
- En el contenido de congéneres el T1 presentó los mejores resultados con 16.75 mg/ 100ml.
- La determinación de costos de producción el precio de una botella de 750 ml tiene un valor de 10.80 dólares.

- Las pruebas organolépticas se determinaron en dos fases:

- El T1 (variedad super chola + enzima Termamyl 120 Type L) y el T2 (variedad super chola + enzima Fungamyl 800 L) presentaron las mejores características organolépticas.
- De las comparaciones entre los dos mejores tratamientos (T1 y T 2) con productos comerciales (Vodka Konik y Vodka Royalty) se concluye que el producto que corresponde al T2 (variedad super chola + enzima Fungamyl) realizado en la presente investigación tiene muy buena aceptación por los diferentes catadores después de la marca comercial Vodka Konik y superando a la marca comercial Royalty.

RECOMENDACIONES

- Investigar otros métodos de obtención de vodka para mejorar el rendimiento de alcohol, por ejemplo la utilización de otro tipo de hidrólisis de almidón (hidrólisis ácida).
- Para la mezcla de agua y almidón se recomienda utilizar agua potable para bajar los costos de producción.
- Realizar estudios de industrialización de los subproductos cabezas, colas, vinazas, pulpa, obtenidos del proceso de la elaboración de la bebida, ya que estos significan un alto % dentro del proceso (T1 74.55%) se sugiere por ejemplo utilizar las vinazas de

papa como alimento para ganado ya que contiene proteína, hidratos de carbono y sales minerales.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDRADE H (1997); Requerimientos cualitativos para la Industrialización de la Papa, INIAP.
- BRAVERMAN J.(1980); Introducción de la Bioquímica de los Alimentos; Editorial El Manual Moderno; México D.F.
- DE LA ROSA TULLIO (1998); Tecnología de los Vinos Blancos; Ediciones Mundi-Prensa; Barcelona-España.
- FLANCY C (2000); Enología: Fundamentos Científicos y Tecnológicos; Ediciones Mundi-Prensa; Madrid-España.
- GONZALES S. (1978); Microbiología de las bebidas; Pueblos y Educación Ediciones; La Habana Cuba.
- IBARZA. A, BARBOZA G, GARZA S, GIMENO V (2000); Métodos Experimentales en la Ingeniería Alimentaria; Editorial ACRIBIA S.A. ZARAGOSA España.
- INIAP (2006); La magia de la papa nativa; Edición Abya-yala; Quito-Ecuador.
- Novo Nordisk: Casa comercial (2007); Ficha técnica AMG 300 L Quito-Ecuador.
- Novo Nordisk: Casa comercial (2007); Ficha técnica FUNGAMYL 800 L Quito-Ecuador.
- Novo Nordisk: Casa comercial (2007); Ficha técnica TERMAMYL 120 L TYPE L Quito-Ecuador.
- RODRIGUEZ F, CAÑIZARES P (2002); Ingeniería de la Industria Alimentaria Volumen II Operaciones de procesamiento de alimentos; Editorial Síntesis S.A. España.
- VACLAVIK A. (2002); Fundamentos de Ciencias de los Alimentos; Editorial ACRIBIA, S.A. ZARAGOSA España.
- VELASTEGUI R. (1992); El Cultivo de la papa en el Ecuador
- ULHMAN (1985): Enciclopedia Técnica Química Tomo IV , UTEHA
- Williams A.E. Potato Alcohol, June 1996, VIII-6 Synthetics and By-Products.
- OCON J: Elementos de Ingeniería Química Ed Aguilar
- PALACIOS H: Fabricación de alcohol Salvant Editores
- GRANJA M (1992): Análisis Técnico de la construcción de un Equipo de Rectificación Industrial Continuo de Alcohol (Universidad Central del Ecuador).
- CEVALLOS J(1979): Obtención de Alcohol Etilico (Escuela Politécnica Nacional)

- www.redepapa.org (Consulta 2007, Septiembre 12).
- www.biologia.edu.ar/metabolismo/enzimas.htm (Consulta 2007, Septiembre 15)
- www.monografias.com/trabajos12/enzim/enzim.shtml (Consulta 2007, Octubre 2).
- www.lavina.com.mx/vodka/indexvodk.html (Consulta 2007, Octubre 2).
- www.zonadiet.com/bebidas/destilacion.htm (Octubre 10)

RESUMEN EJECUTIVO

Uno de los problemas en la zona norte del Ecuador de tipo agrícola es la inestabilidad de producción de papa, lo que origina un desequilibrio entre la oferta y la demanda, considerando la posibilidad de dar una nueva alternativa de industrialización a la papa, por lo que se pone a consideración la presente investigación "Elaboración de una bebida alcohólica destilada (Vodka) a partir de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum*) utilizando dos tipos de enzimas".

Para el análisis estadístico se empleo un diseño completamente al azar con arreglo factorial AxB, cada unidad experimental estuvo constituida por 15kg de papa pelada de la cual se extrajo el almidón para someterlo a gelatinización y una posterior fermentación utilizando levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) luego se destiló en un destilador con columnas de rectificación.

Se obtuvo los siguientes resultados: En pH el mejor tratamiento fue el T6 (Variedad Gabriela + Enzima Termamyl 120 Type L) con un valor de 3,02. La variable % de sólidos disueltos permitió conocer que tratamiento presentó un mayor consumo de azúcares, siendo el T 3 (Variedad Capiro + Enzima Termamyl 120 Type L) con un valor de 3.2%. La acidez determinó que el T 3 (Variedad Capiro + Enzima Termamyl 120 Type L) presentó el menor valor 2, 83 mg/100ml de muestra. En la variable grado alcohólico del cuerpo del destilado se determinó que el mejor tratamiento fue el T2 (Variedad Super chola +Enzima Fungamyl 800 L) un valor de 85,6°GL. Para la variable rendimiento de Vodka se realizó el balance de materiales dando como resultado que T 1 presentó el mayor porcentaje con un valor de 6,00%

En lo que respecta a rendimiento de almidón la variedad capiro presentó 16.8% y en contenido de congéneres el T1 fue el mejor tratamiento con 16.75mg / 100ml.