# EVALUACION DE LA SACAROSA Y LA HARINA DE BATATA COMO SUSTRATOS EN LA ELABORACION DEL VINO DE COROZO (*Bactris minor*)

**JULIETH STELA LOPEZ NUÑEZ**
**NARETH MERCEDES THERAN SALGADO**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE**
**FACULTAD DE INGENIERIA**
**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**
**SINCELEJO**
**2004**

# EVALUACION DE LA SACAROSA Y LA HARINA DE BATATA COMO SUSTRATOS EN LA ELABORACION DEL VINO DE COROZO (*Bactris minor*)

**JULIETH STELA LOPEZ NUÑEZ**
**NARETH MERCEDES THERAN SALGADO**

**Trabajo para optar el título de Ingeniero Agroindustrial**

**Director:**
**RICARDO DAVID ANDRADE PIZARRO**
**Ingeniero Químico**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE**
**FACULTAD DE INGENIERIA**
**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**
**SINCELEJO**
**2004**

**UNICAMENTE LOS AUTORES SON RESPONSABLES DE LAS IDEAS EXPUESTAS EN EL PRESENTE TRABAJO**

**NOTA DE ACEPTACION**

_____

_____

_____

_____
**Presidente del jurado**

_____
**Jurado**

_____
**Jurado**

_____
**Ciudad y fecha (día, mes, año).**

## DEDICATORIA

*A Dios todo poderoso por permitir que llegara a la meta propuesta, a mis padres, especialmente a mi madre, a mi hermana y a mi esposo porque creyeron en mí y me brindaron todo su apoyo.*

*Nareth Theran*

*A Dios, por darme la oportunidad de dar lo mejor de mí*
*A mi familia, especialmente a mi madre por enseñarme a luchar y hacer de mis sueños una realidad.*
*A la persona que me ha acompañado durante todo este tiempo con su motivación y apoyo incondicional.*

*Julieth López*

## AGRADECIMIENTOS

**Los autores expresan sus agradecimientos a:**

**Ricardo David Andrade Pizarro, Ingeniero Químico y Director de este trabajo de grado, por su apoyo constante.**

**Jairo Guadalupe Salcedo, Ingeniero Químico y asesor de este trabajo de grado, por sus valiosas orientaciones.**

**A la UNIVERSIDAD DE SUCRE.**
**Por brindarnos la oportunidad de realizarnos como profesionales.**

**Por su colaboración.**
**Arturo Doncel, Coordinador de laboratorios de la Universidad de Sucre.**

**Justo Fuentes, Docente y asesor de trabajos investigativos de la Universidad de Sucre.**

**Edmundo Albis, Director de los laboratorios de la Universidad de Sucre.**

**Orlando Navarro, Jefe de la División de Investigación de la Universidad de Sucre (DIUS)**

**Jaime Rodríguez y Ronald Villalobos, estudiantes de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad de Sucre.**

**A los estudiantes que sirvieron como catadores para el análisis sensorial.**

**Alejandro López, estudiante de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad de Sucre.**

**María Muñoz, Luis Ruiz, Ana Martínez y Carmen Pérez estudiantes de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad de Sucre.**

**Nuestras compañeras y compañeros de estudios por su apoyo.**

**DASSALUD, por la colaboración en los análisis finales.**

## RESUMEN

**Con el fin de aprovechar el potencial orgánico del corozo en la región y generar una fuente de trabajo para los campesinos y las personas inclinadas por el uso agroindustrial de este fruto, se desarrolló una investigación de tipo explorativa – descriptiva para obtener vino en las instalaciones del antiguo laboratorio de química de la Universidad de Sucre. La investigación consistió en realizar un análisis bromatológico a la pulpa y en la obtención de vinos, evaluándose tres concentraciones de sacarosa (10%, 20%, 30%) calentándose a 60 ºC durante 30 minutos y tres concentraciones de harina de batata (5%, 10%, 15%) calentándose a 90 ºC durante 15 minutos, obteniéndose 6 tratamientos, con 3 replicas cada uno.**

**Estos se sometieron a fermentación alcohólica utilizando *Saccharomyces cerevisiae* (fleischmam) como inoculo. Una vez terminada esta etapa fueron pasteurizadas para detener el proceso de fermentación; luego se les midió el grado de aceptabilidad mediante una prueba hedónica o de catación. Contrario a los resultados con sacarosa, las muestras obtenidas con harina de batata no alcanzaron un óptimo rendimiento.**

**Como resultado de la investigación el mejor tratamiento fue el de sacarosa al 30%, ya que tuvo diferencias significativas con los demás tratamientos, alcanzado el mayor porcentaje de alcohol y una mejor aceptabilidad; posteriormente se le realizó una prueba de acidez y de metanol como control de calidad.**

## ABSTRACT

In order to get the organical potential of corozo in the region and generate a fountain of job to the farmers people and another people like in because of agroindustrial use of this fruit, it was developped a reaseaching of explorative – and descriptive type to get wine, in the instalation of an old chemistry laboratory in Sucre University. The investigation consisted to realice a bromatological analysis in corozo pulp and production of wines, to evaluating sacarosa three concentrations (10%, 20%, 30%) heating it 60 ºC until 30 minutes and three concentrations of potato flour (5%, 10%, 15%) heating it 90 ºC until 15 minutes, obtain six treatments, with three reply each one.

These showings were someted into alcholical fermentation. Using *Sacharomyces cerevisiae* powder (fleischman) like inoculos. Once time ended this stage were pausterized to stop of fermentation process, after they were measured by the grade of acceptability in a hedonic prove. Oposite to the got results with sacarosa, the shows with potatoe flour didn't get a last good results.

As it result of investigation the best show was the sacarosa in 30%, it had significant difference compared with the others treatments, getting the high alcoholical percent and high aceptability for that it realized an acid prove and methanol like control quality.

## LISTA DE TABLAS

pág.


Tabla 1. Requisitos para los vinos de frutas 25

Tabla 2. Concentración de azúcares para sacarosa al 10% 37

Tabla 3. Concentración de azúcares para sacarosa al 20% 37

Tabla 4. Concentración de azúcares para sacarosa al 30% 37

Tabla 5. Concentración de azúcares para harina de batata al 5% 37

Tabla 6. Concentración de azúcares para harina de batata al 10% 38

Tabla 7. Concentración de azúcares para harina de batata al 15% 38

Tabla 8. Porcentaje de alcohol para sacarosa al 10%, 20% y 30% 38

Tabla 9. Porcentaje de alcohol para harina de batata al 5%, 10% y 15% 38

Tabla 10. Frecuencias y pesos 39

Tabla 11. Puntuación de los datos obtenidos del análisis sensorial 39

Tabla 12. Datos del análisis físico – químico del vino 40

## LISTA DE FIGURAS


| | | Pág. |
|---|---|---|
| **Fig. 1.** | **Diagrama de flujo para sacarosa** | **31** |
| **Fig. 2** | **Diagrama de flujo para harina de batata** | **32** |

## LISTA DE ANEXOS


pág.

Anexo A. Maracay o corozo 54

Anexo B. Batata 55

Anexo C. Festival del corozo 56

Anexo D. Nutrientes 57

Anexo E. Método DNS 58

Anexo F. Método winnick 62

Anexo G. Procedimiento para calcular la cantidad de microorganismos usando la cámara cuadriculada de Neubahuer mejorada. 65

Anexo H. Biorreactores de tipo batch 66

Anexo I. Barril 67

Anexo J. Determinación de Metanol 68

Anexo K. Gráficas de Alcohol y Azúcares 71

Anexo L. Pruebas estadísticas para Azúcares 73

Anexo M. Pruebas estadísticas para Alcohol 76

Anexo N. Diagrama de barras 79

## CONTENIDO


| | pág. |
|---|---|
| **INTRODUCCIÓN** | **16** |
| **1. ESTADO DEL ARTE** | **17** |
| **1.1 EL COROZO (BATRIS MINOR)** | **17** |
| **1.2 LA SACAROSA** | **18** |
| **1.3 LA BATATA** | **19** |
| **1.4 HISTORIA DEL VINO** | **20** |
| **1.5 VINO** | **22** |
| **1.5.1 Composición Química** | **22** |
| **1.5.2 Clasificación** | **23** |
| **1.5.3 Proceso General de Elaboración del vino de corozo** | **25** |
| **1.5.4 Levaduras** | **26** |
| **2. METODOLOGIA** | **28** |
| **2.1 ANALISIS BROMATOLÓGICO** | **28** |
| **2.2 PREPARACION** | **29** |
| **2.2.1 Inóculo** | **30** |
| **2.3 FERMENTACION** | **30** |
| **2.4 ANALISIS ESTADISTICO** | **33** |
| **2.5 ANALISIS SENSORIAL** | **33** |
| **2.6 ANALISIS FISICO – QUIMICO DEL VINO DE COROZO** | **34** |
| **3. RESULTADOS** | **36** |
| **3.1 ANALISIS BROMATOLOGICO DEL COROZO** | **36** |
| **3.2 DATOS OBTENIDOS DE AZUCAR Y PORCENTAJE DE ALCOHOL** | **36** |

Pág.

3.3 DATOS OBTENIDOS DEL ANALISIS SENSORIAL 39

3.4 DATOS OBTENIDOS DE ANALISIS FISICO - QUIMICO 40

4. DISCUSION DE RESULTADOS 41

5. CONCLUSIONES 45

6. RECOMENDACIONES 46

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 47

ANEXOS 53

# INTRODUCCION

**La existencia de las bebidas alcohólicas se remontan al cuarto milenio a.C. en la antigua Mesopotamia, fue entonces cuando el vino llegó por primera vez a los países que sería su verdadero hogar, Italia y Francia. Entendiéndose como vino el producto obtenido por fermentación del jugo, fresco o concentrado de frutas; ya que la fruta fermenta de forma espontánea. Por lo tanto como el vino se produce de forma natural siempre que las levaduras transportadas por el aire entran en contacto con el jugo de las frutas, la elaboración de vino no es más que la supervisión y refinado de este proceso.**

**El vino es un producto agrícola muy complejo; ningún otro es capaz de expresar tantos matices sensualmente palpables. La calidad final de los vinos es consecuencia de muchos factores, fundamentalmente del tipo de suelo, condiciones climatológicas, la variedad de materia prima empleada y las prácticas vinícolas aplicadas.**

**Debido a que se puede elaborar vino de diversas frutas, se seleccionó el corozo para la obtención de vino, ya que el vino que se logra elaborar artesanalmente es muy apetecido en la región por lo que la realización de esta investigación busca una alternativa para su producción, evaluando diferentes concentraciones de sustrato con el fin de aprovechar este fruto en la región y mejorar las características organolépticas de este vino.**

# 1. ESTADO DEL ARTE

## 1.1 EL COROZO (*Bactris minor*)

**El MARARAY ó corozo (ver Anexo A), es una planta de la familia palmeras bastante parecida al cocotero. Una palmera puede producir hasta 2000 frutos y crece hasta 1800 metros sobre el nivel del mar. La palma está provista de hojas pinnadas con fólidos despinados uniformes, su tallo está cubierto de finas espinas que lo defienden.**

**Crece desde México hasta Ecuador, comúnmente se encuentra compartiendo hábitat con otras especies vegetales y crece en forma silvestre en la región caribe colombiano, aunque actualmente se ha empezado a cultivar en vista del aporte económico que representa (Arrazola, 1997, 58-60). Del tronco, provisto de espinas largas y fuertes se extrae una bebida que fermenta rápidamente.**

**El fruto está clasificado como una fruta semiácida, este encierra una pequeña almendra que da hasta un 40% de aceite tan estimado como la del coco (Patiño, 1997, 44).**

**Con el cuesco del fruto, durísimo y negro se hacen dijes, cuentas de rosario y botones entre otras cosas.**

**La pulpa es rica en un látex digestivo y de la almendra se extrae un alimento delicioso. Además el corozo se usa como pectoral y vaso dilatador (Morales, 1999, 63).**

**El único incoveniente del corozo es que solo esta disponible por un corto período de tiempo, aproximadamente 3 meses (julio, agosto y septiembre), con una producción estimada dentro de la región de 273600 Kg. durante su cosecha distribuida en los mercados locales mediante bultos de 80 Kg.**

## 1.2 LA SACAROSA

**Es un disacárido formado por glucosa y fructosa, también conocida como azúcar de mesa. Se produce en mayores cantidades que cualquier otro producto orgánico manufacturado como compuesto puro (Gutierrez, 1995, 45).**

**Se obtienen industrialmente de la caña de azúcar o de la remolacha, pero se encuentra en distintas proporciones en diversas frutas, semillas, hojas, flores y raíces (Eric, 2001, 62).**

**La sacarosa no da las reacciones características de los azúcares reductores pues no tiene grupo carbónico libre, ya que los átomos anómericos de carbono de los residuos de glucosa y fructosa se unen entre sí por medio del enlace acetalito. Por esto no reduce las soluciones alcalinas de cobre, ni muestra mutarrotación. Su nombre deriva o lo es el ∝ - D glucopiranosil - ß**

**– D – fructofuranósido (Ruiz, 1999, 68); por ello debe ser hidrolizada para separar el azúcar reductor glucosa del azúcar no reductor fructosa.**

## 1.3 LA BATATA

***Ipomoea batata*** **(ver Anexo B), llamada también camote, es el nombre común de una hierba vivaz trepadora de la familia de las convolvulácea con numerosas especies, se cultiva sobre todo por la gruesa raíz comestible que llega a medir 30 cm. de largo (Enciclopedia Microsoft, Encarta 1997), es nativa de América tropical y se cultiva en suelos arenosos ó francos en muchas regiones cálidas de todo el mundo (www.cipotato.labatataencifras).**

**De la batata se extrae almidón, el cual es utilizado en una amplia variedad de producto no alimentarios como por ejemplo: adhesivo para encuadernación y cabezas de fósforos, recubrimiento de papeles, aglutinante para tabique de concreto y núcleos de fundición, acabado de telas, cremas faciales y películas de plástico biodegradable (Internet Fao.Org/waicent).**

**La batata además de alimento humano se aprovecha agroindustrialmente de diferentes maneras tales como: pasta endulzada, harina para panificación sustituyendo la harina de trigo hasta en un 30% (Ayos Sánchez, 2001, 16); y como forraje para el ganado porcino en fase de crecimiento (Internet Fao.Org/landandwaters).**

## 1.4 HISTORIA DEL VINO

**Una variedad de viña, *vitis vinifera*, produce casi todo el vino que se bebe hoy en el mundo, y se cree que tuvo su origen en transcaucásia (hoy Georgia y Armenia). La evidencia más antigua del cultivo de vitis vinifera se remonta al cuarto milenio a.C.; en la antigua Mesopotamia (hoy Egipto y Siria), y un ánfora con una mancha de vino encontrada en Irán ha sido datada en el año 3.500 a.C.**

**El vino tuvo gran importancia para las civilizaciones griega y romana. Los griegos introdujeron viñas y produjeron vino en sus colonias del sur de Italia, y los romanos practicaron más tarde la viticultura en todo su imperio. Durante el periodo romano, Galía (Francia) se convirtió en una fuente tan abundante de vino que se dictaron leyes para proteger la producción italiana.**

**Tras la caída del imperio romano y con el dominio de los territorios anteriormente romanos por parte de las tribus germánicas la producción de vino disminuyó. Se convirtió en una actividad monástica, ya que, el vino fue siempre necesario para los sacramentos cristianos. Entre los siglos XII y XVI, la producción de vino se generalizó de nuevo, fue la principal exportación de Francia. Durante el siglo XVII se desarrollo la botella, y revivió la utilización del corcho y se atribuye su creación a Dom Pierre Perignun, Padre del mercado del Champagne, esto hizo posible el almacenamiento del vino. En el siglo XVIII se inició la moderna comercialización del vino español.**

**La producción de vino había empezado también fuera de Europa, la viticultura chilena se remonta al siglo XVI, la surafricana al XVII, la estadounidense al XVIII y la australiana al XIX. Desde 1863 en adelante, la viticultura europea fue desvastada por la filoxera (*phylloxera vastatrix)* hoy conocida como *Dactylasphaera vitifoliae*, que mata las viñas atacando sus raíces. (www.alcoholinformate.orgmx/saberdelmundo).**

**En Inglaterra existen registros de vinos espumantes de la variedad Welsh que datan del siglo XIX producido en las afueras de Cardiff.**

**Otro descubrimiento, al que se llegó, fue la obtención de vinos dulces y bouquet, los cuales se producían dejando que las uvas entraran en cierto fermento, todavía en las viñedos y parras. (www.zonadiet.com)**

**Durante la primera mitad del siglo XX la viticultura y la producción de vino se vieron afectadas por los conflictos políticos y las guerras, y sufrieron la lacra de la adulteración, el fraude y la sobreproducción. El sistema francés de *appellation contrôlee*, instituido en la década de 1930, fue una respuesta eficaz y muy imitada a este tipo de abusos y dificultades, aunque la sobreproducción continúa siendo un importante problema en la unión europea en su conjunto. La segunda mitad del siglo XX es notable por los avances técnicos, tanto en el campo de la viticultura como es el de la vinicultura, así como por la creciente globalización de la producción del vino. En ningún otro momento de la historia se ha producido tanto vino de tan atractiva calidad (Enciclopedia Microsoft Encarta "vino").**

## 1.5 VINO

**Se entiende como vino exclusivamente al producto obtenido por fermentación de la uva (García, 1987, 292).**

**En la mayor parte de las regiones del mundo, las bebidas alcohólicas se producen a partir de sustratos de los que se dispone. La materia prima va desde azúcares de bajo peso molecular (presentes en frutas, miel y algunos vegetales) hasta almidones (en raíces ó granos) (Ward, 1991, 138).**

### 1.5.1 Composición Química.

**Los componentes del vino son:**

a) **Agua: esta corresponde al 80% de la composición total.**

b) **Alcohol: contienen alcohol etílico en una proporción de 12 al 18% en volumen.**

c) **Glicerina: se origina durante la fermentación y la hace útil como criterio analítico para distinguir entre vinos naturales y sintéticos.**

d) **Aldehídos y Esteres: se forman durante el proceso de añejamiento natural de los vinos.**

e) **Azúcares: el que normalmente se encuentra en los vinos, es el de frutas o fructuosa.**

**f) Ácidos orgánicos: se encuentran dos clases de ácidos, los que constituyen la acidez fija (tartárico, cítrico, succínico, málico y láctico) y los otros la acidez volátil (Ácido acético, fórmico, butírico y propiónico).**

**g) Taninos: provienen directamente de la semilla de la uva.**

**h) Materias colorantes: provienen de la uva y se conocen con el nombre de hemocianina.**

**i) Gomas: determinan el gusto del vino e influyen sobre su densidad.**

**j) Sustancia nitrogenadas: se encuentran en forma de nitrato.**

**k) Sustancias minerales: el potasio es el principal elemento y se encuentra entre 1,5 y 3,0 mg/dm$^3$. El sodio y magnesio y normalmente cloruros y sulfatos (Bernal, 1994, 223-245)**

**1.5.2 Clasificación. Los tipos de vinos que se expenden en el comercio son numerosos, ha sido necesario agruparlos con el objeto de poderlos clasificar. El ICONTEC ha clasificado los vinos de la siguiente manera:**

**Vino de mesa** { **Según su procedencia y** ⟶ **- Fino**
**- Corriente**

**tiempo de añejamiento** - **Ordinario o inferior**

**Vinos licorosos, generosos o de postre**

- **Según su elaboración** →
  - **Corriente**
  - **Alcoholizado seco o dulce**
  - **Alcoholizado y edulcorado**
- **Según su origen** →
  - **De uva**
  - **De otra fruta determinada pasito**
  - **De frutas varias**
  - **De una región determinada**

**Vinos espumoso y gasificados**

- **Según su Origen** →
  - **Champaña**
  - **De otra región determinada**
- **Según su obtención** →
  - **Licor de expedición.**
  - **Seco, semiseco, semidulce y natural ó bruto.**

**Vinos de frutas**

- **Abocado (semidulce agradable)**
- **Seco, añejo**
- **Espumoso**
- **Carbonatado ó gasificado**
- **Generoso ó licoroso**
- **Compuesto**
- **Tipo vermuth dulce ó seco**
- **Quinado**
- **Sidra**
- **Perada**

**Los requisitos que deben cumplir los vinos de frutas, según la norma de ICONTEC 708 son los siguientes:**

**Tabla 1. Requisitos para los vinos de frutas**

| Requisitos | Máximos | Mínimos |
|---|---|---|
| - Contenido de alcohol (grado alcoholímetro Gl) | 18º | 10º |
| - Acidez volátil expresada como ácido acético ($g/100cm^3$) (excluyendo el $SO_2$ y el $CO_2$). | 0.14 | |
| - Acidez total expresada como ácido tartárico ($g/100cm^3$) (excluyendo el $SO_2$ y el $CO_2$). | 0.98 | 0.5 |
| - Metanol en $mg/dm^3$ | 150 | |

**1.5.3 Proceso general de elaboración del vino de corozo.** Se inicia en la recolección a mano en el campo, el corozo debe estar en el estado correcto de madurez.

Luego de seleccionar la materia prima se pasa al estrujado donde se rompen los frutos y se extrae el jugo, también se hace manualmente; este jugo constituye el mosto, compuesto principalmente por agua, azúcares y ácidos libres. Se le agregan los nutrientes y la sacarosa, se calienta a 90 ºC durante 30 minutos, se macera, luego se filtra, se pasa a los biorreactores y se le agrega el inóculo tapándose y así agitándose a 200 rpm; durante este proceso actúan espontáneamente las levaduras *Saccharomyces sereviciae* hasta alcanzar el porcentaje de alcohol deseado, posteriormente se le hace un filtrado para eliminar impurezas, se efectúa por medio de distintos tipos de filtros (de telas, celulosa, porcelana, etc.).

Se pasteriza para evitar que siga la fermentación durante 30 minutos a 60 ºC y luego de ser enfriado se envasa en botellas oscuras bien cerradas para

**evitar el paso directo de la luz y para su añejamiento se usan los toneles de madera colocados en sitios frescos durante el tiempo de maduración.**

**Cabe decir que a nivel industrial no hay documentación que especifique exactamente la elaboración de vino de corozo.**

**Existe una microempresa en la ciudad de Barranquilla que produce vino de corozo, llamada "vinos del corozito", donde la producción es pequeña y más que todo exportada al Perú.**

**Hay que destacar que en la ciudad de Corozal se realiza cada año el festival del corozo para finales del mes de septiembre, donde se hace chicha de corozo y vino artesanalmente (ver Anexo C).**

**1.5.4 Levaduras.** **Las levaduras son hongos blastomicetos, microorganismos unicelulares de consistencia muy sencilla. A grandes aumentos, aparecen como células redondas, ovaladas o elípticas redondas con una delicada envoltura elástica; su diámetro es solo de 0,004 -0,014 μm, las levaduras más importantes para la enología pertenecen al género *Saccharomyces.* Las levaduras vinicas genuinas que son las *Saccharomyces cerevisiae,* S. *ellipsoicteus* y S. *pastorianus*, cuenta con mayor capacidad fermentativa y permiten obtener grandes cantidades de alcohol (145 g/L) (Vogt, 1986, 14-18).**

**En la fermentación las levaduras utilizan azúcares como: sacarosa, fructosa y maltosa en este orden. Muchas cepas de *Saccharomyces* producen**

**concentraciones de etanol entre el 12 y 14%. El pH favorable para el crecimiento y la actividad fermentativa está entre 3 y 6, este influye en la formación de subproductos. Las temperaturas óptimas de fermentación, la respiración de las levaduras y el crecimiento celular son claramente diferentes (Ward, 1991, 142).**

# 2. METODOLOGIA

**La investigación es de tipo explorativa – descriptiva, la cual se desarrolló en el antiguo laboratorio de química de la Universidad de Sucre y en los laboratorios de ingeniería de alimentos de la Universidad de Córdoba sede Berástegui.**

**La materia prima utilizada fue seleccionada en Sincelejo, capital del departamento de Sucre.**

## 2.1 ANALISIS BROMATOLOGICO

**Este análisis se realizó a la pulpa de corozo, en los laboratorios de ingeniería de alimentos de la Universidad de Córdoba sede Berástegui, teniendo en cuenta los siguientes métodos:**

**Proteína: Método macrokejdahl AOAC 939.0.2**
**Humedad: Método AOAC 931.04**
**Grasa: Método AOAC 7.060/84,92039/90 adaptado Bernal**
**Ceniza: Método AOAC 972.15**
**Carbohidratos: se realizó por diferencia**
**Fibra Cruda: Método AOAC 7.066/84962.09/70 adaptado Bernal**

## 2.2 PREPARACION DEL MOSTO

El corozo seleccionado se pesó y por cada libra de este se le agregaron dos litros de agua, se calentaron hasta ablandar, se maceraron, luego se filtraron y posteriormente se agregaron los nutrientes (ver Anexo D) y las respectivas fuentes de carbono (sacarosa y harina de batata).

Para la sacarosa, el mosto se pasterizó durante 30 minutos a 60 ºC para evitar la presencia de levaduras propias del mosto, se midió azúcares reductores por el método DNS (ver Anexo E) y porcentaje en volumen de alcohol por el método Winnick (ver Anexo F).

Para este proceso de prepararon 3 mezclas, cada una de ellas por triplicado con la adición de 2 litros de agua para cada biorreactor, a la que se adicionó diferentes porcentajes de sacarosa (10%, 20%, 30%).

Los tubérculos de batata, luego de ser seleccionados se lavaron, pelaron y se redujeron de tamaño con un rallador de hojalata, obteniéndose una masa, la cual se expuso al sol para que perdiera humedad, luego se hizo un proceso de molienda obteniéndose la harina de batata; para su utilización el mosto se calentó a 90 ºC por 15 minutos, de igual manera se midieron azúcares reductores y porcentaje en volumen de alcohol.

Al igual que la sacarosa, se prepararon 3 mezclas, cada una de ellas por triplicado e igual volumen de agua, pero diferentes concentraciones de harina de batata (5%, 10%, 15%).

**Luego de realizadas las hidrólisis, se procedió a filtrar los mostos obtenidos utilizando una tela como medio filtrante, procurando formar un lecho de bagazo.**

**2.2.1 Inóculo. Para la inoculación se agregaron 10 gramos de levadura (*Saccharomyces cerevisiae;* fleischmann) para cada biorreactor, estas se activaron y se adicionaron a los mostos respectivos. Con el fin de eliminar la etapa de adaptación y arrancar en etapa de crecimiento exponencial para la producción de etanol (Tellez, 1997, 1-3).**

**La cantidad de levadura necesaria se determinó utilizando la cámara de neubahuer mejorada y una solución al 0,01% (p/v) de levadura (Ver Anexo G).**

## 2.3 FERMENTACIÓN

**Se llevó a cabo en biorreactores tipo batch de 2 L (ver Anexo H) previamente lavados con una solución de hipoclorito de sodio al 0,1%(v/v) y enjuagados con agua hirviente. Se trabajó a temperatura ambiente, agitación 200 rpm y provistos de una manguera para la salida del $CO_2$, conectada a un recipiente con agua que garantizó la anaerobiosis.**

**Este proceso se inició cargando los biorreactores con los mostos y el inóculo; se midió azúcares reductores y alcohol cada 2 horas hasta obtener la cantidad de alcohol deseada, es decir entre un 12 y 14% de alcohol etílico; se pasterizó para detener el proceso de fermentación (ver figura 1 y 2).**

**Una vez terminada la evaluación de la cinética de la fermentación, se envasaron en botellas oscuras de dos litros, para evitar el contacto directo con luz y la mejor muestra se envasó en un tonel de madera de 3 litros para su añejamiento (ver Anexo I).**

**Figura 1. Diagrama de flujo para la sacarosa**

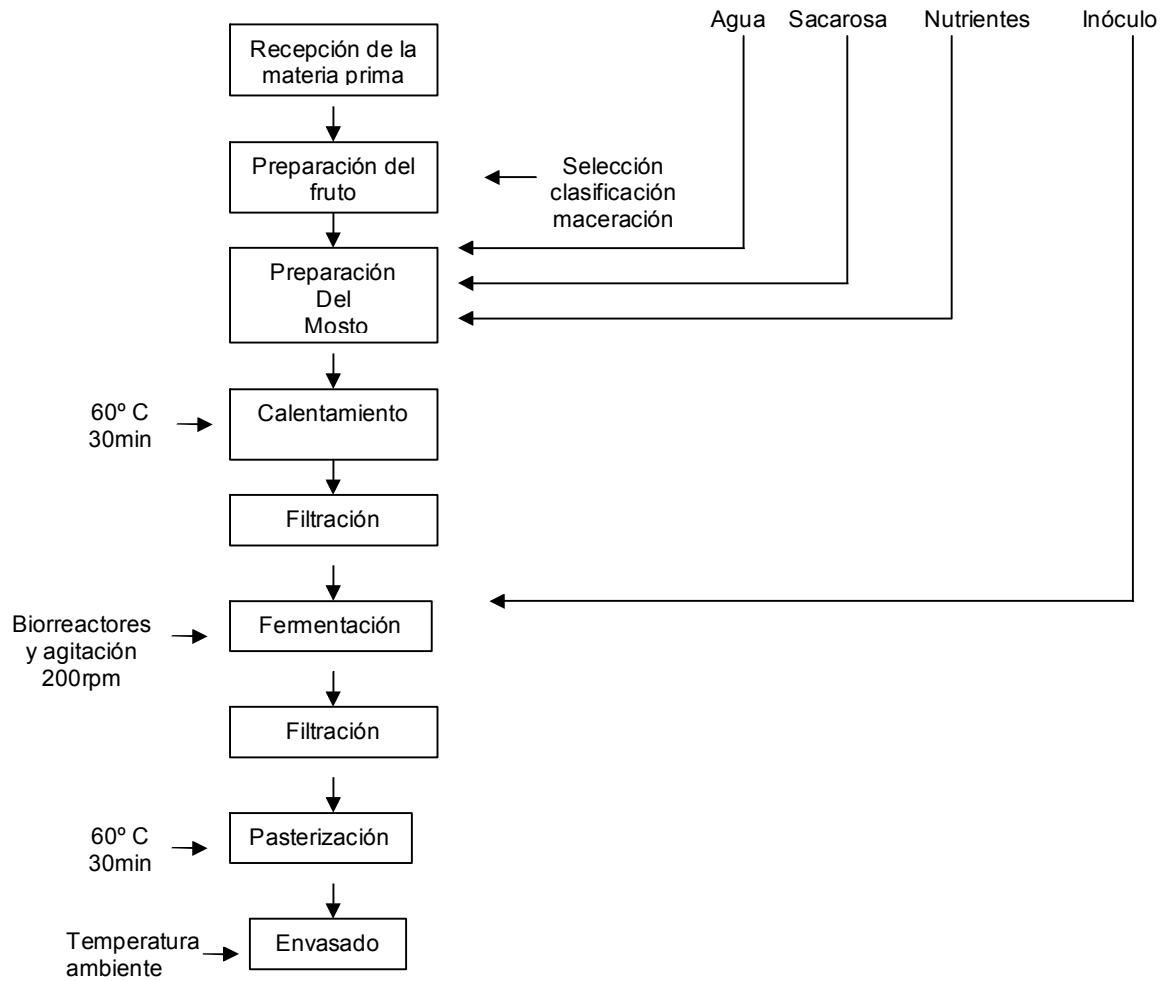
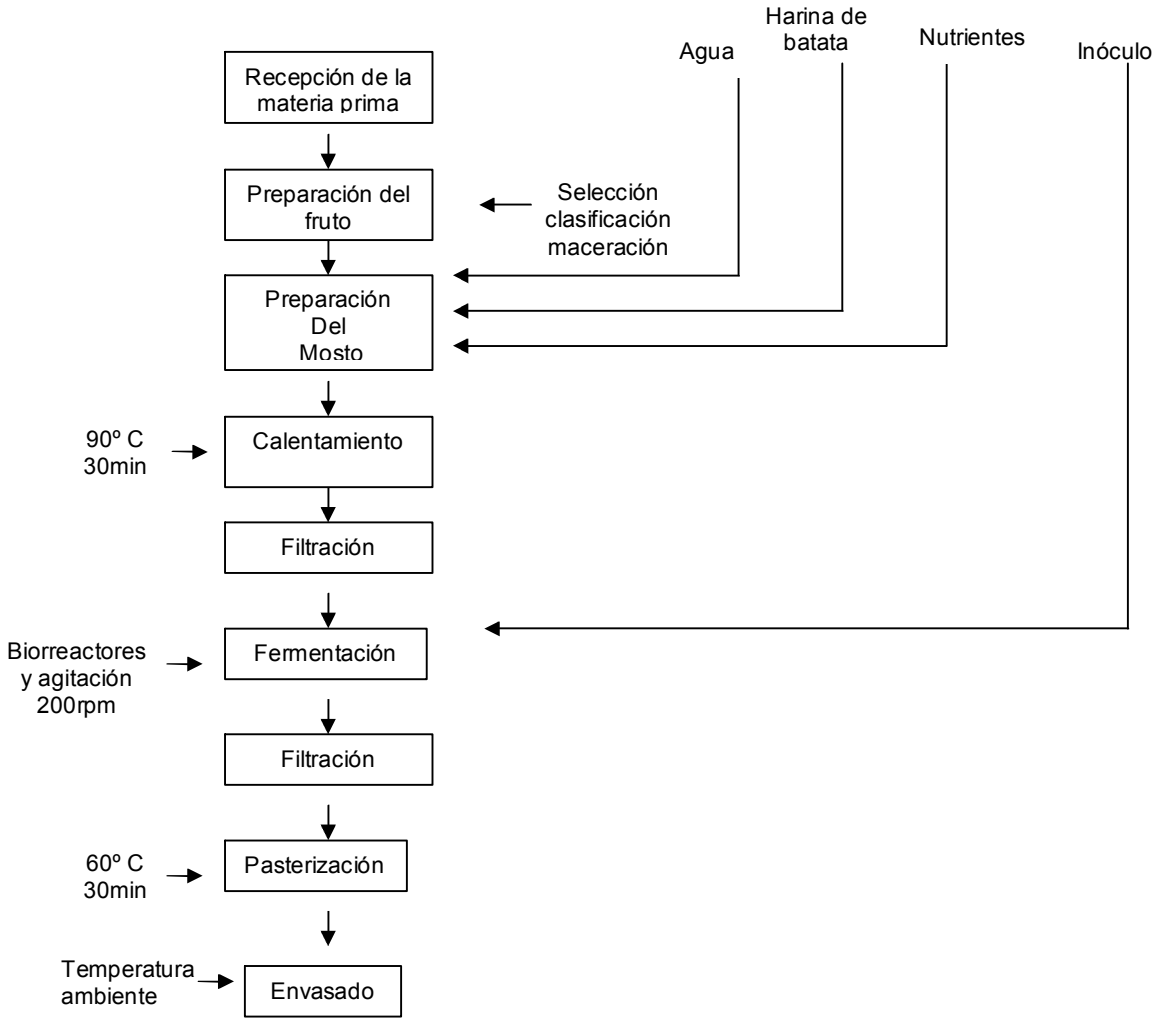


**Figura 2. Diagrama de flujo para el harina batata**



## 2.4 ANALISIS ESTADISTICO

**Las concentraciones de fuente de carbono quedaron de la siguiente manera:**

**$M_1$= sacarosa al 10%** **$M_4$= harina de batata al 5%**

**$M_2$= sacarosa al 20%** **$M_5$= harina de batata al 10%**

**$M_3$= sacarosa al 30%** **$M_6$= harina de batata al 15%**

**Obteniéndose 6 tratamientos y cada tratamiento 3 repeticiones, es decir 18 muestras, 9 con sacarosas y 9 con harina de batata.**

**Las pruebas utilizadas en éste análisis teniendo en cuenta los datos para cada variable fueron: tabla de análisis de varianza, prueba de rangos múltiples de DUNCAN y prueba de diferencias mínima significativa de TUKEY 5%; todas estas realizadas por el programa M Stat C, de la Universidad Estatal de Michigan en los Estados Unidos.**

## 2.5 ANALISIS SENSORIAL

**Se obtuvieron 18 muestras de vinos, para esto se utilizaron las pruebas de aceptación tomando una muestra de cada mezcla.**

**Dentro de estos análisis realizamos dos pruebas; la prueba descriptiva y la discriminativa, que son orientadas al consumidor.**

**De acuerdo a la prueba descriptiva, se evaluaron las características por medio de una escala hedónica de 5 puntos:**

**5 me gusta mucho**
**4 me gusta**
**3 ni me gusta ni me disgusta**
**2 me disgusta**
**1 me disgusta mucho**

**A los panelistas no entrenados se les pidió evaluar las diferentes muestras, inclinando cuanto le agradó cada muestra, en una escala como la anterior.**

**Las muestras fueron presentadas en recipientes idénticos, con un código diferente y al mismo tiempo para facilitar a los 30 panelistas volver a evaluar las muestras si era necesario.**

**Con respecto a la prueba discriminativa, se hizo referencia a los datos estadísticos, donde las categorías se convirtieron en puntajes numéricos de 1 al 5, donde 1 representa "me disgusta mucho" y 5 representa "me gusta mucho". Los puntajes numéricos para cada muestra se tabularon y analizaron de una manera descriptiva, utilizando un diagrama de barras para determinar si existían diferencias significativas en el promedio de los puntajes asignados a las muestras.**

## 2.6 ANALISIS FISICO – QUIMICO DEL VINO DE COROZO

**A la muestra seleccionada se le realizaron ciertas pruebas requeridas para el control de calidad; dentro de estas tenemos:**

**Contenido de metanol: método del ácido cromotópico (ver anexo J)**

**Acidez total: AOAC 11.042/84.962.12/90. Adaptado Bernal**

**pH: peachimetro**

**Alcohol etílico: método winnick**

**Azúcares reductores: método DNS**

# 3 RESULTADOS

## 3.1 ANALISIS BROMATOLOGICO DEL COROZO

**De acuerdo a las pruebas realizadas a la pulpa de corozo (g/100g) esta presenta la siguiente composición:**

**Proteína: 1.2%**
**Humedad: 80.1%**
**Grasa: 0.1%**
**Cenizas: 2.6%**
**Carbohidratos: 14.8%**
**Fibra cruda: 1.2%**

## 3.2 DATOS OBTENIDOS DE AZUCARES Y PORCENTAJE DE ALCOHOL

**De acuerdo a las gráficas obtenidas para cada caso (ver Anexo K), los datos de absorbancia y ml de volumen gastado fueron reemplazados para calcular el porcentaje de alcohol y la concentración de azúcares obtenidos.**

- **AZUCARES:**

**Tabla 2. Concentración de azúcares para sacarosa al 10%**

| Tiempo / g/L | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $M_1$ | 4.65 | 2.54 | 6.66 | 2.42 | 2.14 | 7.29 |
| $M_1$ | 4.49 | 2.30 | 2.38 | 2.24 | 3.38 | 5.39 |
| $M_1$ | 8.30 | 1.76 | 4.18 | 3.74 | 3.38 | 3.74 |

**Tabla 3. Concentración de azúcares para sacarosa al 20%**

| Tiempo / g/L | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $M_2$ | 9.15 | 1.98 | 1.12 | 1.52 | 1.51 | 1.66 |
| $M_2$ | 6.13 | 1.96 | 1.97 | 1.55 | 0.85 | 1.39 |
| $M_2$ | 4.42 | 1.28 | 2.25 | 1.57 | 1.53 | 3.20 |

**Tabla 4. Concentración de azúcares para sacarosa al 30%**

| Tiempo / g/L | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $M_3$ | 2.79 | 0.86 | 1.45 | 1.04 | 0.78 | 0.76 |
| $M_3$ | 3.10 | 0.86 | 0.93 | 0.95 | 1.15 | 0.85 |
| $M_3$ | 3.18 | 1.23 | 1.03 | 0.97 | 1.13 | 1.05 |

**Tabla 5. Concentración de azúcares para harina de batata al 5%**

| Tiempo / g/L | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $M_4$ | 64.91 | 0.73 | 1.04 | 0.93 | 1.28 | 0.61 |
| $M_4$ | 58.66 | 1.62 | 1.48 | 1.25 | 1.73 | 1.98 |
| $M_4$ | 52.42 | 1.36 | 1.01 | 2.72 | 1.85 | 1.40 |

**Tabla 6. Concentración de azúcares para harina de batata al 10%**

| Tiempo / g/L | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $M_5$ | 10.81 | 0.58 | 0.60 | 0.55 | 0.66 | 0.50 |
| $M_5$ | 5.80 | 0.83 | 0.87 | 1.68 | 0.84 | 0.68 |
| $M_5$ | 15.82 | 0.78 | 1.25 | 1.01 | 0.72 | 0.47 |

**Tabla 7. Concentración de azúcares para harina de batata al 15%**

| Tiempo / g/L | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $M_6$ | 5.50 | 18.52 | 72.12 | 1.70 | 3.13 | 1.29 |
| $M_6$ | 1.17 | 13.46 | 4.12 | 1.58 | 2.59 | 1.78 |
| $M_6$ | 2.54 | 1.88 | 1.67 | 1.88 | 1.24 | 0.79 |

- **ALCOHOL:**

**Tabla 8. Porcentaje de alcohol para sacarosa (10%, 20%, 30%)**

| Tiempo / %(p/v) | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $M_1$ (10%) | 6.41 | 7.20 | 7.65 | 8.36 | 11.68 | 12.03 |
| $M_2$ (20%) | 7.37 | 8.04 | 8.36 | 9.05 | 9.57 | 12.09 |
| $M_3$ (30%) | 5.16 | 9.05 | 9.85 | 10.61 | 10.77 | 13.00 |

**Tabla 9. Porcentaje de alcohol para harina de batata (5%, 10%, 15%)**

| Tiempo / %(p/v) | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $M_4$ (5%) | 2.64 | 2.82 | 2.86 | 2.97 | 3.30 | 3.11 |
| $M_5$ (10%) | 2.83 | 3.47 | 3.74 | 4.00 | 4.14 | 4.25 |
| $M_6$ (15%) | 5.30 | 4.86 | 5.44 | 5.77 | 5.90 | 5.99 |

## 3.3 DATOS OBTENIDOS DEL ANALISIS SENSORIAL

**Tabla 10. Frecuencia y pesos**

| Muestra / Categoría | $M_1$ | $M_2$ | $M_3$ | $M_4$ | $M_5$ | $M_6$ | Pesos |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Me gusta mucho | 3 | 7 | 16 | | | | 5 |
| Me gusta | 9 | 18 | 10 | 2 | 2 | | 4 |
| Ni me gusta ni me disgusta | 8 | 3 | 2 | 18 | 17 | 19 | 3 |
| Me disgusta | 5 | 2 | 2 | 18 | 17 | 19 | 2 |
| Me disgusta mucho | 5 | | | 3 | 9 | 6 | 1 |

**Tabla 11. Puntación de los datos obtenidos del análisis sensorial**

| Muestra / Categoría | $M_1$ | $M_2$ | $M_3$ | $M_4$ | $M_5$ | $M_6$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Me gusta mucho | 15 | 35 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| Me gusta | 36 | 72 | 40 | 8 | 4 | 0 |
| Ni me gusta ni me disgusta | 24 | 9 | 6 | 21 | 9 | 15 |
| Me disgusta | 10 | 4 | 4 | 36 | 34 | 38 |
| Me disgusta mucho | 5 | 0 | 0 | 3 | 9 | 6 |

## 3.4 DATOS OBTENIDOS DEL ANALISIS FISICO – QUIMICO DEL VINO DE COROZO[3]

**Tabla 12. Datos del análisis físico – químico del vino**

| Prueba | Dato |
|---|---|
| Metanol | 0 |
| Acidez total, expresada como ácido tartárico en g/ 100 $cm^3$ | 0.8625 |
| PH | 3.19 |
| Alcohol etílico, expresado en % | 15.51 |
| Azúcares reductores, expresada en g/ $dm^3$ | 0.479 |

## 4. DISCUSION DE RESULTADOS

**De acuerdo a los resultados obtenidos mediante la realización de los diferentes métodos para la determinación de la composición de la pulpa de corozo, se nota que posee un alto contenido en carbohidratos, y un gran porcentaje de humedad, indicando que este fruto es apto para la fermentación por su contenido nutricional para las levaduras vinícolas, quienes necesitan de una fuente de carbono para su crecimiento.**

**Teniendo en cuenta las tablas 2 al 7 para diferentes concentraciones de sacarosa y harina de batata se pueden observar los datos de azúcares obtenidos para cada uno de los tratamientos; determinándose por medio de un análisis de varianza (ver Anexo L), que existe diferencia significativa de azúcares entre las muestras. Y de acuerdo a las tabla 2 y 3 la concentración de sacarosa no fue suficiente para el óptimo desempeño de las levaduras, mientras que la muestra que dio los mejores resultados de azúcares fue la concentración de sacarosa al 30% según la tabla 4. Esto concuerda con lo expuesto por Erhard, quien afirma que para elaborar un vino con un 15% de volumen de alcohol se debe adicionar un total de 300g de azúcar por litro de vino (Erhard, 1992, 21).**

**Una vez confirmado la presencia de diferencias estadísticas, se utilizaron pruebas de comparación múltiple para identificar las muestras que difieren entre sí, realizándose las pruebas de rangos múltiples de DUNCAN´S (ver Anexo L) donde se observa que la muestra 3 tuvo menor concentración de**

**azúcares correspondientes al 30% de sacarosa, seguida de la muestra 5 con un porcentaje del 10% de harina de batata y por último la muestra 2 con un porcentaje de 20% de sacarosa, debido a que está concentración del 30% cumplía con los mínimos requerimientos de fuentes de carbono por parte de las levaduras originado una mayor degradación de azúcares (Erhard, 1992, 21).**

**De igual forma se realizó la prueba de TUKEY al 5%, arrojando los mismos resultados que la prueba anterior (ver Anexo L), para corroborar esto fueron realizadas las pruebas de rangos múltiples de Neuman – Keul´s y la prueba de diferencia mínima significativa.**

**Según las tablas de porcentaje de alcohol para sacarosa se notó que la concentración de alcohol aumentaba a medida que aumentaban las concentraciones de azúcar (10%, 20%, 30%), donde las levaduras actuaron de una manera más eficaz, permitiendo que con la concentración del 30% se alcanzara el porcentaje de alcohol deseado entre un 10% y 18%; de acuerdo con los requisitos para los vinos de frutas.**

**La concentración de alcohol para las muestras con harina de batata tuvo el mismo comportamiento que las de sacarosa; pero de una manera poco progresiva, ya que el porcentaje de alcohol alcanzado fue de 5,909% (v/v) lo que nos indica que el harina de batata no es apta para la obtención de vino de corozo, podría ser utilizada para la obtención de un aperitivo, mejorando alguna de sus características organolépticas como es el olor.**

**En las tablas de 2 a 9 se observa que a medida que avanza la fermentación se incrementa el porcentaje de alcohol disminuyendo a su vez la concentración de azúcares reductores y de acuerdo a las tablas para azúcares de 2 a 7, se observan aumentos en la concentración de estos, sin que se vea afectada la producción de alcohol; estos aumentos se debieran a que las fermentaciones se iniciarán con una hidrólisis incompleta.**

**Del análisis de varianza (ver anexo M), se observó que si existe diferencia significativa entre los tratamientos, dado que el valor de F calculado es mayor que el tabulado, dando como resultado una probabilidad de cero.**

**Debido a que existe diferencia significativa se realizó la prueba de Duncan (ver Anexo M), notándose que el mejor tratamiento fue el de la muestra tres (sacarosa al 30%), la cual obtuvo el mayor porcentaje de alcohol, es de decir que entre mayor sea la degradación de azúcares por parte de las levaduras mayor será el porcentaje de alcohol obtenido; confirmando lo dicho por Erhard (Erhard, 1992, 22).**

**Estadísticamente la muestra 1, 2 y 3 (sacarosa) no presentan diferencia significativa entre sí, pero se tienen con respecto a la muestra 4, 5 y 6 (harina de batata).**

**Para este caso también fue realizada la prueba de TUKEY 5% (ver Anexo M), seguida de la prueba de Neuman – Keul´s y la prueba de diferencia mínima significativa, dando los mismos resultados que las pruebas anteriores.**

**Con respecto a los datos obtenidos de la degustación, la muestra que obtuvo mayor aceptabilidad fue la muestra 3 corroborando esto con el análisis estadístico (ver Anexo N), teniendo presente que las categorías se convirtieron en puntajes numéricos donde 1 representa "me disgusta mucho" y 5 representa "me gusta mucho", la que dio mayores resultados fue la muestra 3 (sacarosa al 30%) con un total de 80 para la categoría me gusta mucho; esto se debe a que la adición de sacarosa en la elaboración de vino de corozo mejora sus características organolépticas, confiriéndoles un sabor y aroma agradable al producto final.**

**Según los datos del análisis físico – químico de la muestra seleccionada (vino con sacarosa al 30%), se pudo determinar que cumplen con los requisitos de la norma 708 establecida por el ICONTEC, para los vinos de frutas, acogiéndose a ésta debido a que no existe una norma específica para el vino de corozo.**

## CONCLUSIONES

- **Las levaduras necesitan una pequeña cantidad de sales nutritivas para incrementar su potencial fermentativo, a su vez una fuente de carbono, temperatura y pH óptimo para poder desdoblar el azúcar en alcohol y anhídrido carbónico.**

- **Los resultados indican que la batata no debe ser utilizada como materia prima en la elaboración de vino de corozo, ya que el porcentaje de alcohol alcanzado es muy bajo y de acuerdo al análisis sensorial no tuvo aceptabilidad por su sabor, aroma y color.**

- **De acuerdo a la prueba hedónica, el vino más aceptado o mejor calificado fue el que contenía mayor concentración de sacarosa, seguido de la muestra 2 con una concentración del 20% de sacarosa; demostrando que este ingrediente le confiere buenas características organolépticas propias de este producto.**

- **Teniendo en cuenta las pruebas realizadas para azúcar y porcentaje de alcohol, los datos arrojados coinciden con los del análisis sensorial; comprobando que la muestra con menor contenido de azúcares y mayor concentración de alcohol fue la muestra 3 que corresponde al vino con sacarosa al 30%.**

## RECOMENDACIONES

☑ **Para el desarrollo de un trabajo investigativo es conveniente contar con las instalaciones y equipos requeridos, esto permite que los resultados sean exitosos debido a la adecuada realización de los procedimientos.**

☑ **Un buen vino se debe elaborar con frutas sanas y maduras para lo cual una clasificación no es suficiente, se hace necesario realizar el análisis bromatológico a la pulpa del fruto de la cual dependerá el aroma fresco y agradable que caracteriza al vino y su sabor exquisito.**

☑ **Para la realización del método Winnick se hace necesario neutralizar las muestras de vino de corozo con hidróxido sodio, ya que la acidez de éstas alteran los resultados obteniéndose datos erróneos en los volúmenes gastados de tiosulfato.**

☑ **En futuros estudios de fermentación donde se utilizan como sustratos polisacáridos, debe hacerse un análisis detallado, tanto del sustrato como la materia prima a utilizar; ya que sus composiciones al ser combinados pueden dar origen a reacciones químicas no deseadas. Podría trabajarse con jarabe de glucosa a diferentes concentraciones para obtener mejores resultados.**

☑ **Un análisis sensorial debe realizarse con panelistas entrenados ya que estos son capaces de distinguir el bouquet y aroma de los vinos, lo que permite obtener datos confiables para la selección garantizando resultados óptimos.**

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS


**ARRAZOLA PATERNINA, Guillermo. Agroindustrialización del corozo (obtención de vino). Universidad de Córdoba, Montería. 1997. P. 58-60.**

**AYOS SANCHEZ, Harvey y MENDOZA CORVIS, Fernando A. Evaluación de la contribución de la batata (*Ipomea batata*) al proceso de producción de masato. Berastegui, Córdoba. 20001. P. 16.**

**BERNAL DE RAMIREZ, Inés. Análisis de alimentos. Editora Guadalupe. Santa Fe de Bogotá. D.C. 1994. P. 223 – 245.**

**Enciclopedia Microsoft ® Encarta ® 98 ® 1993 – 1997 Microsoftcorporation**

**Enciclopedia Microsoft @ Encarta @ "Vino" 98@ 1993-1997 Microsoft Corporation.**

**ERHARD, Donath. Elaboración artesanal de frutas y hortalizas. Acribia. Zaragoza, España. 1992. P. 21 - 22**

**ERIC. Bioquímica fundamental. Limusa. México. D.F. 2001. Pág. 62**

**GARCIA GARIBAY, M. Informe técnico de desarrollo y transferencia de tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México. 1987. P 292**

**GOMEZ, José Ángel. Estudio cinético de una fermentación alcohólica usando miel de abejas como sustrato. Revista Ingeniería e investigación de la facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional. No. 36. 1997. P. 86.**

**GUTIERREZ, Lilia y POVEDA, Julio. Química 2ª. Edición media vocacional. Educar. 1995. P. 45**

**MORALES, Albert. Frutoterapia, los frutos que dan la vida. Ecoediciones. Santa fe de Bogotá. 1.999. P. 63**

**PATIÑO, Víctor. Informe preeliminar sobre el corozo de la cuenca del Sinú. Boletín científico del departamento del Valle del Cauca. 1977. P. 44**

**RUIZ, Manuel. Bioquímica estructural. Conceptos fundamentales y 383 test con respuesta razonada. Alfaomega. 1999. México, D.F. P. 68**

**TELLEZ ALMETO. Diseño y puerta en marcha de un "Sistema semicontinuo en dos etapas hidrólisis – fermentación" para la producción de etanol a partir de almidón de papa usando simultáneamente Aspergillus Níger y saccharomyces cervisiae – revista colombiana de química. Vol. 26 Nª 2. 1997. P. 1-3.**

**VOGT, Ernest. El vino, obtención, elaboración y análisis. Acribia, 9ª. Edición. Zaragoza, España. 1986. P. 14-18.**

**WARD. Biotecnología de la fermentación. Acribia. Zaragoza, España. 1991. P. 138 - 142.**

**www.alcoholinformat.orgmx/saberdelmundo.**

**www.cipotato.labatataencifras:producción,utilización,consumo,alimentación**

**www.Fao.org./landandwater/agll/r/a 128/ unas 11/ unas 11- 222htm.**

**www.Fao.org./WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/esp/revista/9809/spot3htm.**

**www.zonadiet.com/bebidas/auno.historiahtm.**

## GLOSARIO

**AÑEJAMIENTO: Características de sabor, textura y maduración que adquiere el vino mejorándose después de cierto tiempo.**

**AZUCARES REDUCTORES: Son un grupo de hidratos de carbonos sencillos (glucosa) que pueden ser trasformados en alcohol. También son llamados azúcares fermentables.**

**BIORREACTOR: Equipo diseñado para facilitar las transformaciones bioquímicas de los materiales, por la acción de células vivas o por componentes celulares. Son empleados en las industrias de alimentación y fermentación.**

**ESTRUJADO: Esfuerzo de compresión y maceración que facilita la extracción del zumo del corozo.**

**ETANOL: Es un alcohol derivado del etano, llamado también espíritu del vino, es un líquido incoloro, fácilmente movible e inflamable, de sabor ardiente y constituye el componente embriagante de las bebidas alcohólicas.**

**FERMENTACION: Es el proceso mediante el cual los azúcares son degradados a moléculas más sencillas, por la acción de las enzimas que permiten el metabolismo de los microorganismos.**

**FERMENTO: Cualquiera de las sustancias coloidales solubles en aguas y elaboradas por las células que actúan como catalizadores e inducen a la fermentación.**

**FILTRACION: Método utilizado para separar partículas indeseables del mosto, como hongos o bacterias filamentosas.**

**HIDRÓLISIS: Descomposición de sustancias complejas en otras más sencillas por la acción del agua; en el caso del vino se descompone la sacarosa en glucosa y fructosa.**

**LEVADURAS: Hongos unicelulares y ovoides se reproducen por gemación y producen enzimas de la fermentación alcohólica. El género más utilizado es el *Saccharomyces SS.***

**METANOL: Es el más simple de los alcoholes y se obtiene industrialmente por la combinación de hidrogeno y monóxido de carbono.**

**MOSTO: Es el jugo de la fruta en este caso; el corozo, los nutrientes y la fuente de carbono con agua preparada para la fermentación en la fabricación del vino.**

**PRUEBA HEDONICA: Prueba sensorial orientada al consumidor y destinada a medir el grado de aceptabilidad de un producto.**

***SACCHAROMYCES CEREVISIAE*: Levadura que produce elevadas concentraciones de alcohol, se utiliza en la fabricación industrial de alcohol, elaboración de vinos y licores de destilación.**

# ANEXOS

## Anexo A. MARARAY O COROZO

## Anexo B. BATATA

## Anexo C. FESTIVAL DEL COROZO

## Anexo D. NUTRIENTES

| Nutrientes | Peso (g) |
|---|---|
| Fosfato de potasio | 0.82 |
| Cloruro de Amonio | 0.3996 |
| Cloruro de sodio | 0.04486 |

**Fuente: Estudio cinético de una fermentación alcohólica 1997(Gómez 1997)**

## Anexo E. AZUCARES REDUCTORES (METODO DEL DNS)

***Referencia***: **MILLER, G.L. 1959. Use of dinitrosalicylie achl reagatt for determination of reducing sugar. Analye Chen, 31:426-429. (Fer. LAbo MT 205)**

***Fundamento***: **El ácido 3.5, dinitrosalialico en presencia del calor se reduce un color amarillo café. La lectura se realiza a 575 nm.**

***Interferencias, ventajas y desventajas***:

**Altas concentraciones de proteínas interfieren en la determinación de los azúcares reductores. Otra desventaja es el costo de los reactivos principalmente en del ácido 3,5 dinitrosalialico y fenol.**

**Una de las ventajas de este método es que el calor final desarrollado es estable hasta 24 horas. Además de que es un método sencillo y rápido.**

***Material Y Equipo***

- **Tubos de ensayo con tapa**
- **Pipeta de 1ml.**
- **Pipeta de 5ml.**
- **Pipeta o distribudor automático**
- **Matraz aforado de 100ml o 1000ml**
- **Frasco color ámbar**
- **Macerador de tejidos Potter**
- **Espectrofotómetro para leer a 575 nm**
- **Balanza analítica**
- **Agitador de tubos (vórtex)**
- **Centrifuga**

- **Baño María**
- **Baño de hielo**

**Reactivos**

**- DNS:**

| | |
|---|---|
| **1 g** | **Ácido 3.5 dinitrosalicílico** |
| **1 g** | **Hidróxido de sodio (NaOH)** |
| **0.5 g** | **Sulfito de sodio anhidro** |
| **0.2** | **Fenol** |
| **100cm$^3$** | **Agua destilada C.B.P. (q.s.p)** |
| | **Conservar en el frío de un frasco plástico** |
| | **Conservar en frasco color ámbar** |

**Solución de preparación estándar (preparación):**

**Disolver 1g de glucosa anhidra en 100ml de agua destilada, conservar en refrigeración hasta el momento de usarla.**

**Curva estándar**

**Establecer una escala estándar de 0 a 1mg/cm$^3$ dentro de una serie de tubos de ensayo introducir: 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 y 1 cm$^3$ de la solución estándar y completar a 1 cm$^3$ con agua destilada.**

| Tubo Concentración (mg de azúcar/1) | Muestra | Agua destilada | (ml) |
|---|---|---|---|
| 0 | 0.0 | 1.0 | 0 |
| 1 | 0.2 | 0.8 | 200 |
| 2 | 0.4 | 0.6 | 400 |
| 3 | 0.6 | 0.4 | 600 |
| 4 | 0.8 | 0.2 | 800 |
| 5 | 1.0 | 0.0 | 1000 |

**Método**

**La dosificación de azúcares reductores es efectuada sobre 1ml de la muestra convenientemente diluida. La curva estándar de las muestras sufren las siguientes operaciones:**

- **1 ml de la muestra**
- **Ajustar de 1 $cm^3$ del reactivo del DNS**
- **Agitar el vortex 10 segundos**
- **Poner a ebullición 5 minutos**
- **Enfriar rápidamente en baño de hielo**
- **Ajustar 8 $cm^3$ del agua destilada dentro de cada tubo**
- **Agitar con el vortex 10 segundos**
- **Leer 585nm**

**Procedimiento**

- **Con la solución estándar, elaborar la siguiente curva de concentraciones conocidas de glucosa:**
- **A 500 mg de muestra seca, se agregan 10 ml de agua, homogenizar la mezcla de un macerador de tejidos (Potter), se diluye 4:10 y se tomo 1ml. Teniendo una concentración final de 2000 de muestra seca/ml.**
- **Calentar a baño en ebullición durante 5 minutos (los tubos deben estar tapados).**
- **Enfriar rápidamente en baño de hielo.**
- **Adicionar 8 ml de agua destilada a cada tubo.**
- **Agitar en vortex.**
- **Leer a 575 nm.**

## Cálculos

**Con los valores obtenidos de la curva estándar de D.O. se hace una regresión lineal, sacar el coeficiente de correlación (el cual no debe ser menor a 0,99), la pendiente y la ordenada al origen. Sustituir estos valores en la ecuación de la recta:**

**Y: mX + b (1)**

**donde:**

**Y = absorbencia,**

**M = pendiente.**

**X = concentración (mg de azúcar/1)**

**b = ordenada al origen.**

**Reordenando la ecuación (1) en términos de X, tenemos:**

**X = (Y _ b)/ m (2)**

**Sustituir las lecturas que se obtengan en la ecuación (2) para conocer X concentración de azúcares.**

## Anexo F. METODO DE WINNICK

**OBJETIVO: Determinación de alcohol etílico.**

**MATERIALES Y EQUIPOS**

**Microbureta**

**Beakers**

**Horno termostato**

**Pipetas**

**REACTIVOS**

**Almidón soluble**

**Potasio yoduro 3N**

**Potasio Dicromato 0.4 N (en ácido sulfúrico 10N)**

**Sodio tiosulfato 0.1N**

**PREPARACIÓN DE REACTIVOS**

1. **Ácido Sulfúrico 10 N**

   **Disolver 139.19 ml de ácido sulfúrico (densidad 1.835g/ml; pureza 96%). Una vez disuelto y fría la solución, completar a 1000 ml con agua destilada.**

   **ADVERTENCIA: El ácido sulfúrico se disuelve con desprendimiento de calor; (puede llegar a ebullir la solución), por lo que hay que agregar lentamente el ácido al agua (no al contrario), si es necesario enfriar**

**bajo chorro de agua. Al enfriarse la solución, se produce una concentración de volumen que hay que corregir adicionando más agua destilada hasta alcanzar el volumen final.**

2. **Dicromato de Potasio 0.4 N en ácido sulfúrico 10 N.**

   **Pesar 9.807 gramos de dicromato de potasio previamente secados a 100º C durante 4-6 horas y disolverlo en el ácido sulfúrico 10 N hasta completar un volumen de 500ml.**

3. **Solución de yoduro de potasio 3 N**

   **Disolver 49.8 gramos de yoduro de potasio en suficiente agua destilada para completar 100 ml de solución.**

4. **Solución reactivo de almidón soluble**

   **Pesar 1 gramo de almidón soluble. Verter lentamente, con agitación constante en 200 ml de agua destilada hirviente. Hervir hasta obtener un líquido ligero y traslucido. Dejar decantar y usar únicamente el líquido sobrenadante.**

   **En recipiente limpio y bien tapado, esta solución puede durar hasta dos meses. El reactivo es propenso a contaminarse con hongos.**

5. **Tiosulfato de sodio 0.1 N**

   **Pesar 28.818 g de tiosulfato de sodio pentahidratado y completar a 200 ml con agua destilada.**

## PROCEDIMIENTO

1. **Colocar 1 ml exactamente medidos de solución 0.4 N de dicromato de potasio en ácido sulfúrico 10 N en el beaker.**

2. **Colocar 2ml de la solución a estudiar.**

3. **Dejar en reposo 5 minutos**

4. **Transcurrido el tiempo, adicionar 1 ml de solución de yoduro de potasio 3 N, mezclar.**

5. **Agregar 2 gotas de solución de reactivo de almidón soluble.**

6. **Titular con solución volumétrica de tiosulfto de sodio 0.1 N con agitación cuidadosa hasta obtener un cambio nítido hacia un color azul.**

## Anexo G. PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR LA CANTIDAD DE MICROORGANISMO USANDO LA CÁMARA CUADRICULADA DE NEUBAHUER MEJORADA

- **Cuente los microorganismos en un área de 4 $mm^2$ utilizando los cuadros numerados 1,3, 7 y 9.**

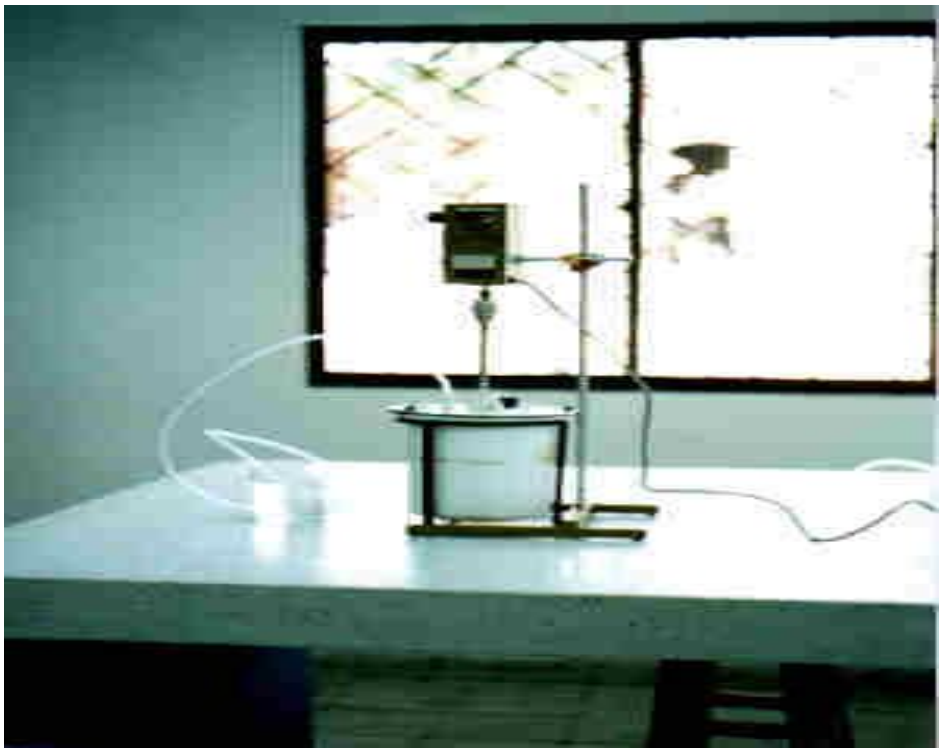
- **Incluya en este recuento las células que se observan en las líneas de los lados de cada cuadro revisado.**

**Explicación del cálculo:**

**Cada uno de los cuadros (1,3, 7 y 9) tiene un área de 1 $mm^2$, por lo tanto, toda el área mide 4$mm^2$, la profundidad de la cámara es de 0.1mm; en consecuencia el volumen en que se encuentran los microorganismos es de 0.4$mm^3$**

**$MO/mL = (\#MO*10^3)/0.4\ mm^3$**

## Anexo H. BIORREACTORES DE TIPO BATCH



## Anexo I. BARRIL

## Anexo J. METANOL (Método del ácido cromotrópico)

**OBJETIVO:** Determinación de metanol

**MATERIALES Y EQUIPOS:**

Balones volumétrico de 50 ml
Tubos de ensayo de 25 ml de capacidad
Baño de agua termostatado 60 – 75 ºC
Espectrofotómetro VIS
Pipetas volumétricas de 1, 2, 5, 10 ml de capacidad
Dispensadores de volúmenes variables, hasta 50 ml de capacidad
Vortex

**REACTIVOS**

Sal sódica del ácido cromotrópico R.A
Ácido O – Fosfórico al 85% R.A.
Ácido sulfúrico al 96% R.A.
Agua destilada
Alcohol etílico 99.8% Abs. R.A.
Alcohol metílico R.A.
Permanganato de potasio R.A.
Metabisulfito de sodio R.A.

**Solución de permanganato de sodio al 3% y 15 ml de ácido ortofosofórico al 85% en 100 ml de agua destilada.**
**Solución de la sal sódica del ácido cromotrópico al 5% en agua destilada, filtrar si no es clara. Utilizar la solución fresca o almacenarla máximo semanalmente, en recipiente protegida de la luz y bajo refrigeración. Puede emplearse tanto el ácido como la sal.**

**PROCEDIMIENTO**

**Diluir o ajustar la muestra obtenida previamente destilada para determinación del grado alcoholimétrico, hasta una concentración de alcohol entre el 5 – 6% en volumen. Si se encuentra más del 0.05% de metanol diluir, ajustando el grado alcoholimétrico al rango mencionado anteriormente. Para muestras que contengan menos del 0.05% de metanol, poner 200 ml de muestra en un destilador de fraccionamiento, reflujar por 15 minutos, recoger 10 ml de destilado y diluir a 160 ml con agua destilada.**

**Pipetear 2 ml de solución de permanganato en tubo de ensayo, enfriar en baño de hielo durante 10 minutos, añadir un 1 ml de muestra y dejar en reposo en el baño durante 30 minutos. Decolorar con una pequeña cantidad de metabisulfito de sodio anhidro y adicionar un ml de solución de ácido cromotrópico. Añadir lentamente con agitación 15 ml de ácido sulfúrico al 96% y colocar 15 minutos en baño de María (60 a 75 ºC). Enfriar y trasvasar cuantitativamente a balón volumétrico de 50 ml lavando con pequeñas porciones de agua destilada, mezclar y completar a volumen, con agua a**

**temperatura ambiente. Leer la absorbancia a 575 nm utilizando como blanco alcohol etílico al 5.5% tratado análogamente en la forma descrita.**

**Preparar soluciones patrón de alcohol metílico que contengan 50, 100, 150, 200 y 250 mg/litro, en alcohol etílico al 5.5% y tratarlas simultáneamente de la misma forma como la muestra. Efectuar las lecturas de las absorbancias correspondientes. Las temperaturas de lecturas de la soluciones patrón y de las muestras no deben diferir en más de 1 $^{o}$C, ya que la temperatura afecta sensiblemente la intensidad del color.**

**Si la intensidad del color en la muestra problema es demasiado, diluir con un blanco de ácido sulfúrico – etanol preparado similarmente. Se recomienda como máximo diluir a no más de tres veces.**

**CALCULO**

**Construir la curva de calibración, graficando las lecturas de las absorbancias de cada uno de los estándares : VS: concentración en mg/L. Por interpolación de la absorbancia de la muestra encontrar la concentración de la muestra incógnita.**

**Calculo del contenido de alcohol metílico, en mg/dm$^3$, en alcohol anhidro:**

$$Cm \times (100/GA) \times f.$$

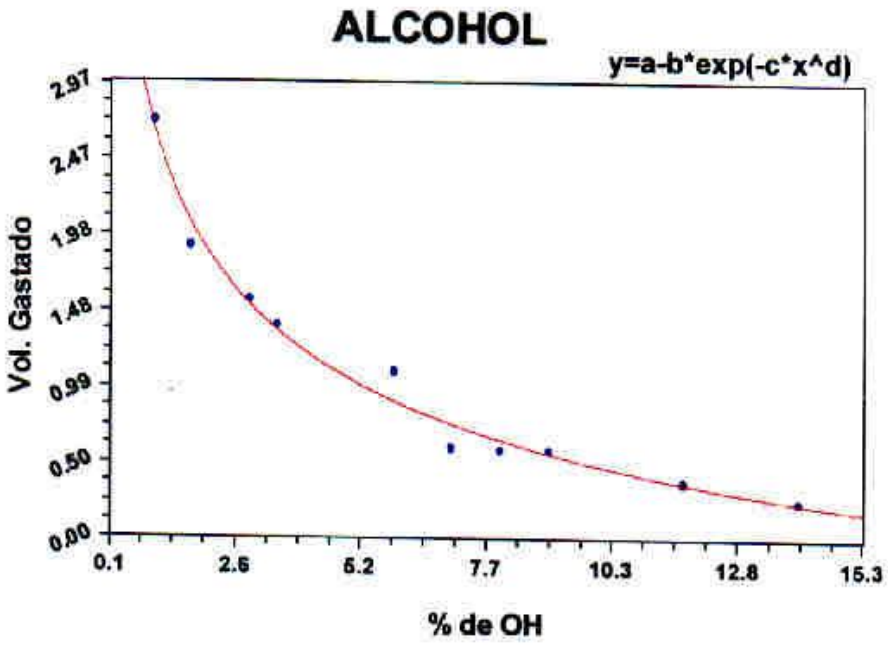
**Donde:** **Cm = Concentración de metanol leida en la curva**

**F = factor de dilución de la muestra.**

**GA = Grado alcoholimétrico de la muestra.**

## Anexo K. GRÁFICAS DE ALCOHOL Y AZUCARES

**Weibull Model**

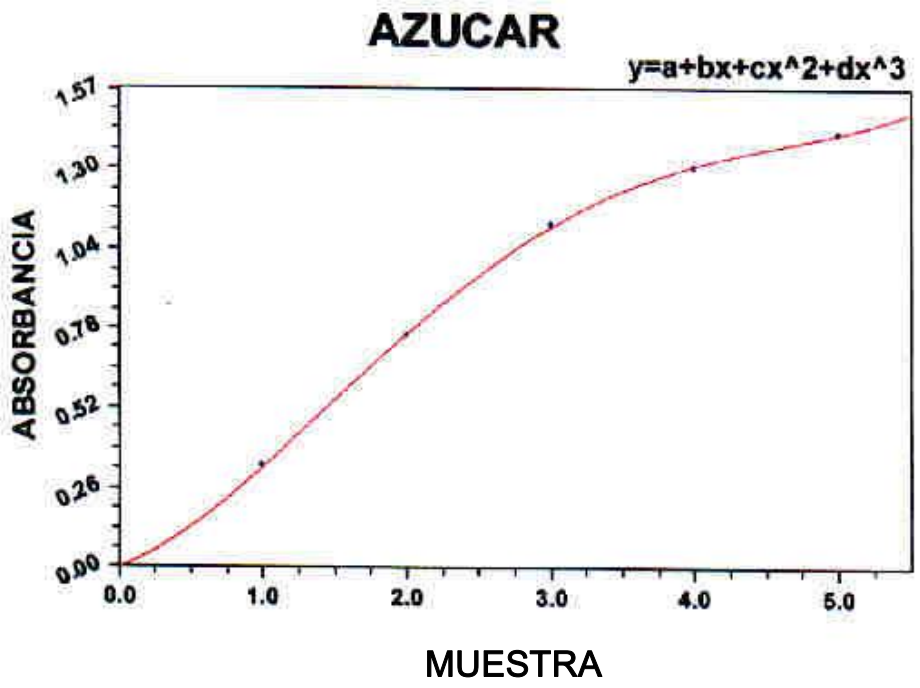



| % de OH | 1.0 | 1.753 | 2.93 | 3.507 | 5.85 | 7.015 | 7.999 | 8.99 | 11.71 | 14.03 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vol. Gastado | 2.72 | 1.91 | 1.56 | 1.39 | 1.09 | 0.60 | 0.58 | 0.57 | 0.37 | 0.25 |

***Coefficient Data:***

***a = 6.5832945***
***b = 8.3476095***
***c = 0.75557686***
***d = -0.38358346***

**Weibull Model**




| Tubo | 0 | 1 | . | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Absorbancia | 0.0 | 0.333 | 0.758 | 1.124 | 1.313 | 1.423 |

***Coefficient Data:***

***a = 0.00072619048***
***b = 0.18000397***
***c = 0.20652083***
***d = -0.063069444***
***e = 0.0051875***

# Anexo L. PRUEBAS ESTADISTICAS PARA AZUCAR

Data file: COROZO
Title: evaluación del vino de corozo

Function: ANOVA-1
Data case no. 1 to 108

One way ANOVA grouped over variable 1 (tratamiento)
with values from 1 to 6.

Variable 2 (azucar)

A N A L Y S I S  O F  V A R I A N C E  T A B L E

| | Degrees of Freedom | Sum of Squares | Mean Square | F-value | Prob. |
|---|---|---|---|---|---|
| Between | 5 | 1073.473 | 214.695 | 2.404 | 0.0419 |
| Within | 102 | 9111.092 | 89.324 | | |
| Total | 107 | 10184.565 | | | |

Coefficient of Variation = 225.02%

V A R I A B L E No. 2

| Var. 1 | Number | Sum | Average | SD | SE |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 18.00 | 70.980 | 3.943 | 1.90 | 2.23 |
| 2 | 18.00 | 45.040 | 2.502 | 2.10 | 2.23 |
| 3 | 18.00 | 24.110 | 1.339 | 0.80 | 2.23 |
| 4 | 18.00 | 196.980 | 10.943 | 22.07 | 2.23 |
| 5 | 18.00 | 44.450 | 2.469 | 4.22 | 2.23 |
| 6 | 18.00 | 72.050 | 4.003 | 4.74 | 2.23 |
| Total | 108.00 | 453.610 | 4.200 | 9.76 | 0.94 |
| Within | | | | 9.45 | |

Bartlett's test
---
Chi-square = 207.077
Number of Degrees of Freedom = 5
Approximate significance = 0.000

Data File : COROZO
Title : evaluación del vino de corozo

Case Range : 109 - 114
Variable 2 : azucar
Function : RANGE

Error Mean Square = 89.32
Error Degrees of Freedom = 102
No. of observations to calculate a mean = 18

## Duncan's Multiple Range Test

LSD value = 6.249
s_ = 2.228 at alpha = 0.050
x

| Original Order | | | | Ranked Order | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mean | 1 = | 3.943 | B | Mean | 4 = | 10.94 | A |
| Mean | 2 = | 2.502 | B | Mean | 6 = | 4.003 | B |
| Mean | 3 = | 1.339 | B | Mean | 1 = | 3.943 | B |
| Mean | 4 = | 10.94 | A | Mean | 2 = | 2.502 | B |
| Mean | 5 = | 2.469 | B | Mean | 5 = | 2.469 | B |
| Mean | 6 = | 4.003 | B | Mean | 3 = | 1.339 | B |

Data File : COROZO
Title : evaluacion del vino de corozo

Case Range : 109 - 114
Variable 2 : azucar
Function : RANGE

Error Mean Square = 89.32
Error Degrees of Freedom = 102
No. of observations to calculate a mean = 18

## Tukey's Honestly Significant Difference Test

s_ = 2.228 at alpha = 0.050
x

| Original Order | | | | Ranked Order | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mean | 1 = | 3.943 | AB | Mean | 4 = | 10.94 | A |
| Mean | 2 = | 2.502 | AB | Mean | 6 = | 4.003 | AB |
| Mean | 3 = | 1.339 | B | Mean | 1 = | 3.943 | AB |
| Mean | 4 = | 10.94 | A | Mean | 2 = | 2.502 | AB |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mean | 5 = | 2.469 | AB | Mean | 5 = | 2.469 | AB |
| Mean | 6 = | 4.003 | AB | Mean | 3 = | 1.339 | B |

## Anexo M. PRUEBA ESTADISTICA PARA ALCOHOL

Data file: COROZO
Title: evaluacion del vino de corozo

Function: ANOVA-1
Data case no. 1 to 36

One way ANOVA grouped over variable 4 (Trata)
with values from 1 to 6.

Variable 3 (alcohol)

A N A L Y S I S  O F  V A R I A N C E  T A B L E

| | Degrees of Freedom | Sum of Squares | Mean Square | F-value | Prob. |
|---|---|---|---|---|---|
| Between | 5 | 278.512 | 55.702 | 15.834 | 0.0000 |
| Within | 30 | 105.538 | 3.518 | | |
| Total | 35 | 384.049 | | | |

Coefficient of Variation = 27.89%

V A R I A B L E  No. 3

| Var. 4 | Number | Sum | Average | SD | SE |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 6.00 | 56.330 | 9.388 | 3.31 | 77 |
| 2 | 6.00 | 54.480 | 9.080 | 1.66 | 77 |
| 3 | 6.00 | 58.440 | 9.740 | 2.60 | 77 |
| 4 | 6.00 | 17.710 | 2.952 | 0.23 | 77 |
| 5 | 6.00 | 22.560 | 3.760 | 0.51 | .77 |
| 6 | 6.00 | 32.620 | 5.437 | 0.54 | .77 |
| Total | 36.00 | 242.140 | 6.726 | 3.31 | .55 |
| Within | | | 1.88 | | |

Bartlett's test
---
Chi-square = 36.052
Number of Degrees of Freedom = 5
Approximate significance = 0.000

Data File :COROZO
Title : evaluacion del vino de corozo

Case Range : 115 - 120
Variable 3 : alcohol
Function : RANGE

Error Mean Square = 3.518
Error Degrees of Freedom = 30
No. of observations to calculate a mean = 6

## Duncan's Multiple Range Test

LSD value = 2.212
s_ = 0.7657 at alpha = 0.050
x

| Original Order | | | | Ranked Order | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mean | 1 = | 9.388 | A | Mean | 3 = | 9.740 | A |
| Mean | 2 = | 9.080 | A | Mean | 1 = | 9.388 | A |
| Mean | 3 = | 9.740 | A | Mean | 2 = | 9.080 | A |
| Mean | 4 = | 2.952 | C | Mean | 6 = | 5.437 | B |
| Mean | 5 = | 3.760 | BC | Mean | 5 = | 3.760 | BC |
| Mean | 6 = | 5.437 | B | Mean | 4 = | 2.952 | C |

Data File : COROZO
Title : evaluacion del vino de corozo

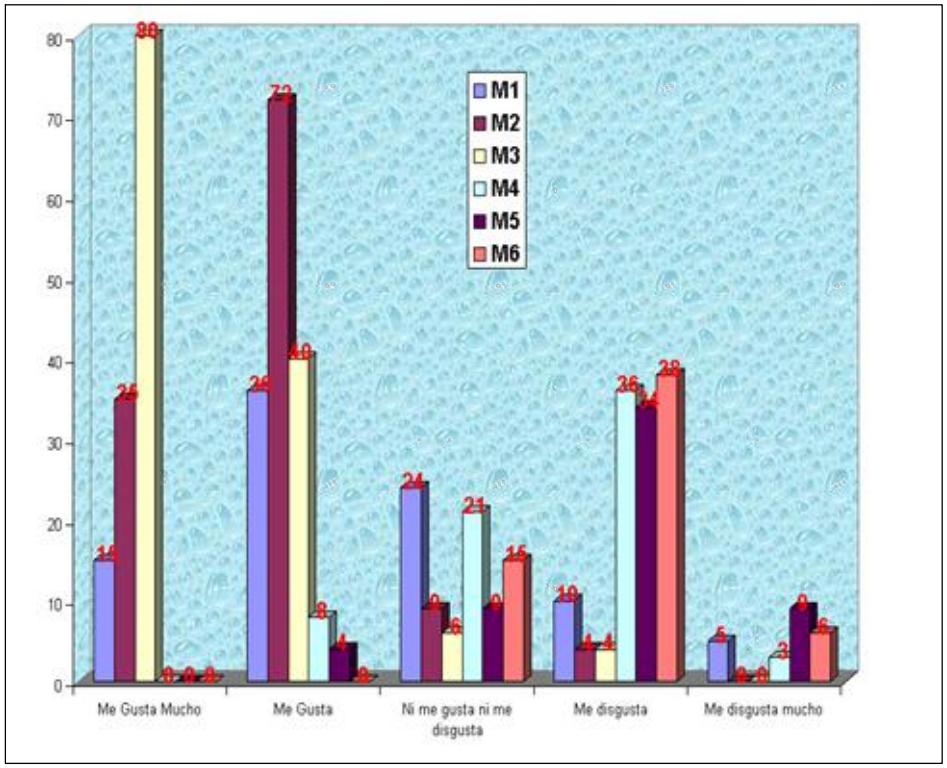
Case Range : 115 - 120
Variable 3 : alcohol
Function : RANGE

Error Mean Square = 3.518
Error Degrees of Freedom = 30
No. of observations to calculate a mean = 6

## Tukey's Honestly Significant Difference Test

s_ = 0.7657 at alpha = 0.050
x

| Original Order | | | | Ranked Order | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mean | 1 = | 9.388 | A | Mean | 3 = | 9.740 | A |
| Mean | 2 = | 9.080 | A | Mean | 1 = | 9.388 | A |
| Mean | 3 = | 9.740 | A | Mean | 2 = | 9.080 | A |
| Mean | 4 = | 2.952 | B | Mean | 6 = | 5.437 | B |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mean | 5 = | 3.760 | B | Mean | 5 = | 3.760 | B |
| Mean | 6 = | 5.437 | B | Mean | 4 = | 2.952 | B |

## Anexo N. DIAGRAMA DE BARRAS