

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

“OBTENCIÓN DE PISCO UTILIZANDO UN ALAMBIQUE DE
DESTILACIÓN”

Autores:

Cristian Jaramillo Loaiza
Xavier Soria Parra

Director de Tesis:

Ing. Marcelo Miranda



INTRODUCCIÓN:

PROBLEMA:

El Pisco es una bebida alcohólica de aproximadamente 40°GL.

- Ninguna empresa en nuestro país se dedica a la elaboración de Pisco.
- En los sectores rurales sólo se produce aguardiente a partir de caña de azúcar en forma anti-técnica.
- Falta de conocimiento del sabor y aroma de ésta bebida.
- La industria licorera actual no produce licores a partir de la destilación de mosto fermentado.
- Desconocimiento de otras formas de comercialización de la uva.
- Falta de producción de la uva en nuestro país.
- Falta de equipo para investigación.

JUSTIFICACIÓN:

- Se mantiene las cualidades (sabor, aroma) de la uva mediante un proceso de fermentación y destilación.
- Daremos a conocer los parámetros técnicos del proceso de destilación.
- Diversificación de la producción de alcohol en mini destilerías.
- Incentiva el cultivo de uva en la Provincia.
- Daremos a conocer una nueva forma de comercialización de la uva.
- Mejorar las condiciones de vida del agricultor.
- Los estudiantes de Ingeniería Agroindustrial podrán realizar futuras investigaciones en el área de licores.

OBJETIVO GENERAL:

Obtener pisco utilizando un alambique de destilación

OBJETIVOS ESPECIFICOS :

- Obtener mosto fermentado de dos variedades de uva.
- Evaluar diariamente el efecto de las dosificaciones de levadura (*saccharomyces cerevisiae*) en el tiempo de fermentación del mosto con relación al testigo.
- Determinar el rendimiento de alcohol en el proceso de destilación de los cinco tratamientos en función del grado alcohólico.
- Evaluar las características organolépticas (color, olor, sabor) y físico químicas (acidez, densidad) de los cinco tratamientos.
- Buscar alternativas de uso para los subproductos del destilado.

HIPÓTESIS:

HIPÓTESIS ALTERNA:

La variedad de uva y la adición de levadura (*saccharomyces cerevisiae*) inciden en la calidad del destilado (Pisco)

HIPÓTESIS NULA:

La variedad de uva y la adición de levadura (*saccharomyces cerevisiae*) no inciden en la calidad del destilado (Pisco).

MARCO TEÓRICO:

LA UVA

Según TERRANOVA:

Nombre científico:

Nombres comunes:

Reino:

Clase:

Subclase:

Orden:

Familia:

Género:

Especie:

Vitis vinifera L

Vid, viña, parra, uva

Vegetal

Angiospermas

Dicotyledoneae

Ramnales

Vitaceae

Vitis

Vinifera L.



La uva es el fruto de la vid, que es un grano más o menos redondo y jugoso de color negro o verde amarillento.

Cada grano tiene un hollejo mas o menos grueso y en su interior dos o mas semillas duras y una pulpa delicada y jugosa.



COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PARTE COMESTIBLE DEL FRUTO (100 g)

Agua	90.5
Proteínas	0.5
Carbohidratos	8.1
Fibra	0.5
Cenizas	0.4

Otros componentes (mg)

Calcio	5.00
Fósforo	11.00
Hierro	0.30
Tiamina	0.02
Riboflavina	0.01
Niacina	0.20
Ácido ascórbico	9.00
Calorías	31

Botánica (real)	Enológica (teórica)	Desgranado	Estrujado	Estrujado centrífugo

FUENTE: Terranova Producción Agrícola 1

VARIETADES DE UVAS PISQUERAS: Uvas con alto contenido de azúcar: de 12 a 13 grados brix.

Aromáticas: Albilla, Italia, Moscatel y Torontel.



Uva Moscatel Negra



Uva Moscatel rosada

No aromáticas: Negra corriente, Quebranta y Uvina.

LEVADURAS.

Hongos microscópicos unicelulares.

Importantes por su capacidad para realizar la fermentación.

Descomponen los azúcares.

Tres grandes grupos de acuerdo a su influencia dentro de este proceso:

- Levaduras de inicio de fermentación: apiculadas (hasta 4-5 %Vol.).
- Levaduras de poder fermentativo medio-alto : *Saccharomyces cerevisiae*
- Levaduras de elevado poder fermentativo: Del 10-11%Vol.

CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LEVADURAS

- Máximo rendimiento en etanol por unidad de azúcar metabolizado.
- Producción mínima de acidez volátil.
- Regularidad en la actividad fermentativa.
- Producción de determinados metabolitos secundarios.

FERMENTACIÓN DE LA UVA

Condiciones necesarias para una buena fermentación.

- Temperatura

La temperatura más adecuada entre los 18-23°C .

- Aireación

Requieren una cierta aireación.

- pH

Menor pH – Mayor dificultad para fermentar – Mayor protección

- Nutrientes y Activadores

Azúcares, nitrógeno, fósforo, carbono, azufre, potasio, magnesio, calcio y vitaminas, especialmente tiamina (vitamina B1).

- Inhibidores

- Concentración inicial de azúcares

No elevada.

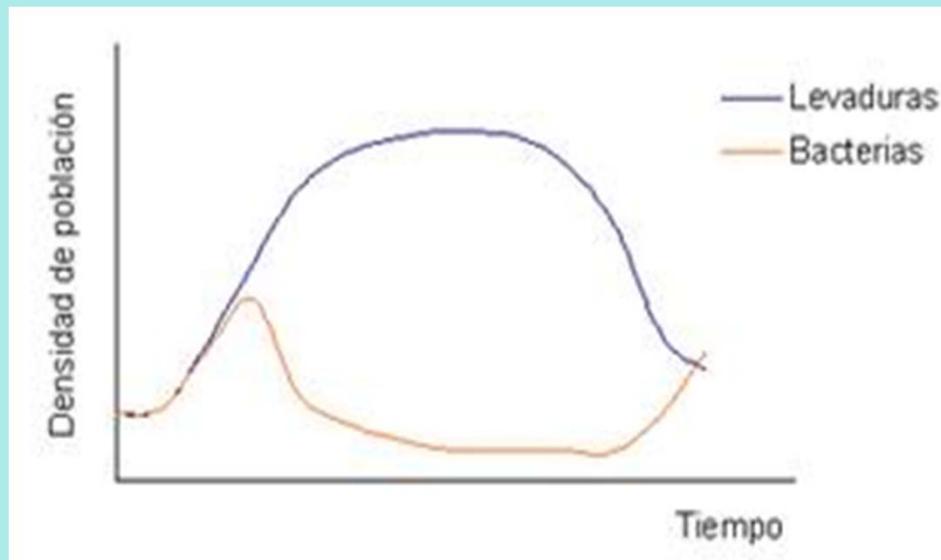
FÓRMULA SIMPLE DEL PROCESO FERMENTATIVO:



AZÚCAR.

Etanol

GRÁFICO DE EVOLUCIÓN POBLACIONAL ENTRE LEVADURAS Y BACTERIAS EN EL PROCESO FERMENTATIVO



CICLOS DE CRECIMIENTO DE LAS LEVADURAS

- Período de retraso.
- Fase exponencial.
- Fase estacionaria
- Fase de muerte.

SUBSTANCIAS VOLÁTILES DEL MOSTO FERMENTADO

- Alcoholes: Etílico, butílico, amílico, propílico, etc.
- Aldehídos: Aldehído etílico, piromúxico o furfurol
- Éteres: Acético, propiónico, enantílico, caprílico, etc.
- Ácidos: Láctico, succínico, pirúvico, acético.

DESTILACIÓN.



Del latín 'de-stillare' que significa gotear.

Separación de un líquido a través de su evaporación y condensación.

Se parte de alimentos como la caña de azúcar, miel, leche, frutas, etc.

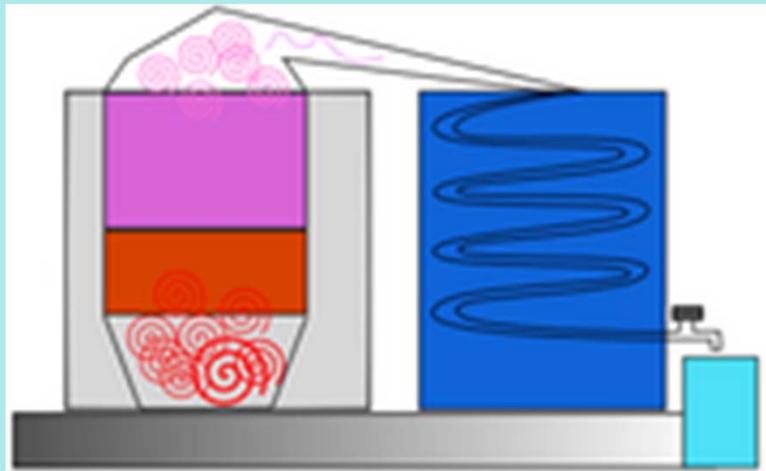
PRINCIPIO DE LA DESTILACIÓN NORMAS BÁSICAS

- Diferencia puntos de fusión del agua (100°C) y el alcohol (78.3°C).
- Resultado de cualquier destilación: cabeza-corazón-colas.
- La mejor parte de la destilación es el corazón.
- Sustancias más volátiles primeras en salir, como la acetona, metanol, y varios esteres (50 ml por cada 25 l de destilado).
- Las cabezas a partir de los 55°C. Tienen un sabor amargo.
- Los corazones poseen un color ampliamente transparente.
- Las colas o rabos tienen punto de ebullición elevado. Furfurales – mal sabor.

TIPOS DE DESTILACIÓN:

- Destilación fraccionada
- Destilación por vapor
- Destilación al vacío
- Destilación molecular centrífuga
- Sublimación
- Destilación destructiva.

ALAMBIQUES DE DESTILACIÓN



1. Caldera
2. Condensador 1
3. Condensador 2
4. Refrigerante
5. Rectificadora
6. Termómetro y Alcoholímetro



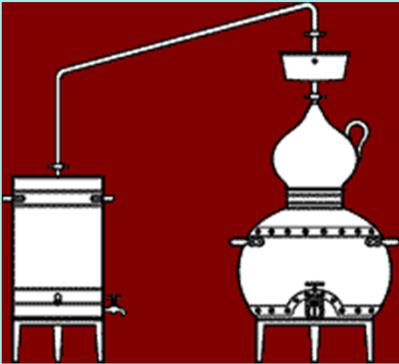
INSTRUCCIONES DE USO

1. Limpieza con agua, ceniza y harina de centeno.
Hacer hervir.

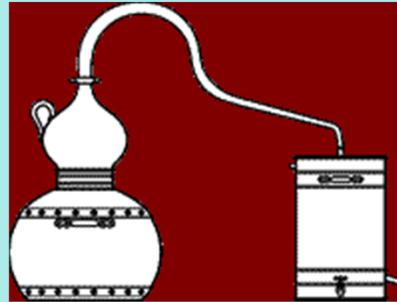


2. Enjuagar.
3. Destilar agua para eliminar impurezas.
4. Llenar la caldera hasta las tres cuartas partes.
5. Después de cada destilación pasar paño con vinagre.
6. Sellar bien las juntas con barro, engrudo.
7. Evitar que la caldera se quede seca.
8. Vigilar que el agua en el condensador con serpentín esté fría.
9. Destilar a llama baja de preferencia.

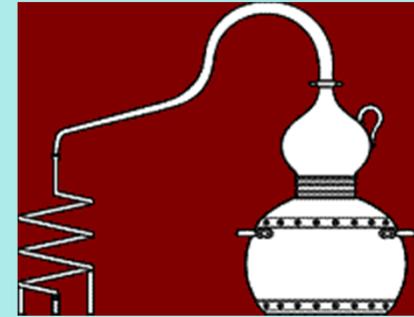
TIPOS DE ALAMBIQUES



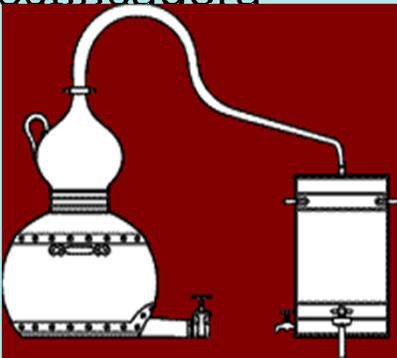
Alambique pera con
rectificadora



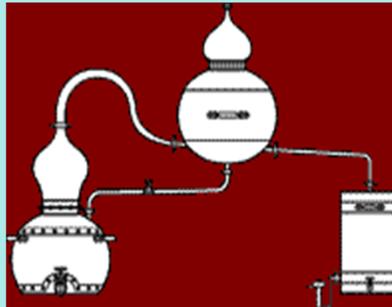
Alambique pera con
vaso y serpentín



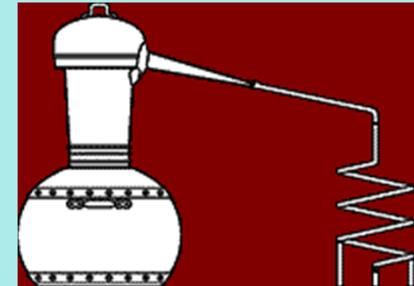
Alambique pera con
serpentín



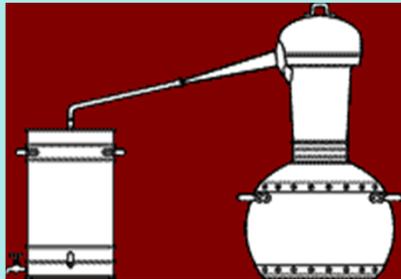
Alambique pera con
salida total



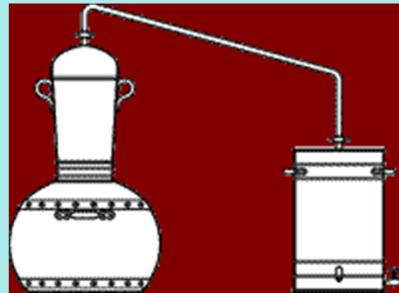
Alambique sistema
francés



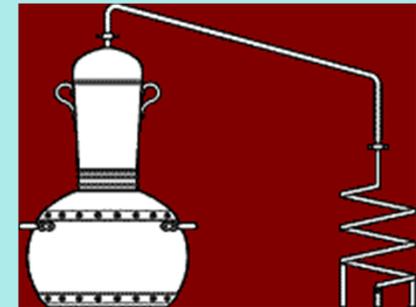
Alambique normal con
serpentín



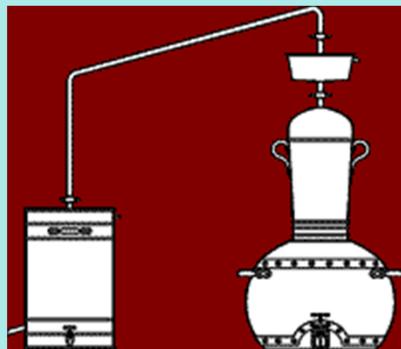
Alambique normal con vaso y serpentín



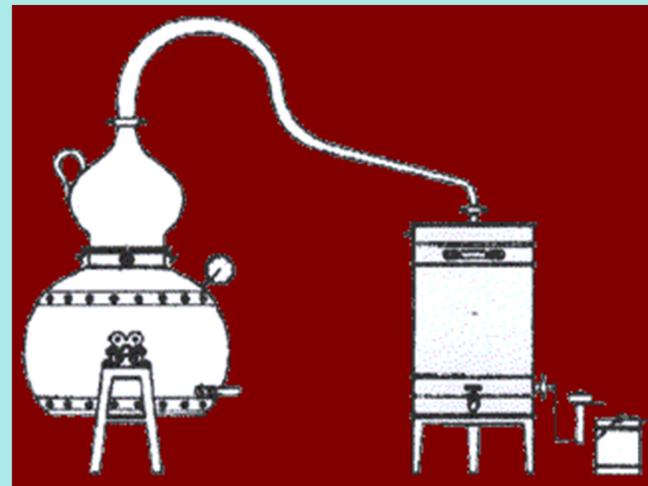
Alambique ingles



Alambique ingles con serpentín



Alambique inglés con rectificadora



Alambique con soporte lateral y termómetro

EL PISCO



DEFINICIÓN:

Es el licor obtenido a partir de la destilación del mosto fermentado fresco de la uva.

Se produce en el Perú desde el siglo XVI

Su nombre lo debe al envase antiguo en el que se envasaba (*piskos*).

Contenido de alcohol de 40°GL aproximadamente.

TIPOS DE PISCO SEGÚN EL PROCESO O INSUMO UTILIZADO EN SU ELABORACIÓN

- **Pisco puro**: Elaborado a partir de variedades de uva no aromáticas, como la Quebranta, la Negra Corriente o la Mollar;
- **Pisco aromático**: Proveniente de uvas Moscatel, Italia o Albilla;
- **Pisco mosto verde**: Altamente apreciado por los conocedores, obtenido de la destilación de caldos incompletamente fermentados;
- **Pisco acholado**: Originado en la mezcla de caldos de distintas variedades de uva.

USOS DE LOS SUBPRODUCTOS

CABEZAS: Por su alto contenido en metanol se puede utilizar como:

Disolvente

Anticongelante

Fabricación de pinturas

COLAS: Lavado de botellas

VINAZAS:

Fertilizante

En la elaboración de algunos piensos.

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIA PRIMA

Uva moscatel rosada

Uva moscatel negra

Levaduras *Saccharomyces cerevisiae*

EQUIPOS

Alambique pera con rectificadora capacidad 50 l.

Fuente de calor

Licuada

Refractómetro

Termómetro

Alcoholímetro

Cromatógrafo de gases

MATERIALES

Tanques de fermentación plásticos
Recipientes
Botellas de vidrio 750 ml
Botellas de vidrio de 50 ml
Copas
Tapas rosca

MATERIAL DE LABORATORIO

Matraz Erlenmeyer de 500 cm³
Bureta de 10 cm³, con graduación de 0,05 cm³
Pipeta volumétrica de 25 cm³
Matraz volumétrico de 250 cm³
Probeta de 100 ml
Probeta de 500 ml

REACTIVOS

Solución 0,1 N de NaOH
Fenolftaleina
Solución alcohólica al 1%
Agua destilada

MÉTODOS

El tiempo de fermentación y los parámetros en el proceso de destilación se llevaron a cabo en una casa particular, ubicada en la ciudad de Ibarra.

UBICACIÓN

Provincia	Imbabura
Cantón	Ibarra
Parroquia	El Sagrario

CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS

Temperatura promedio	16 °C
Humedad relativa	60 %
Precipitación anual	625 mm
Altitud	2225 msnm

Fuente: Instituto geografico militar

FACTORES EN ESTUDIO

Factor A: Dos variedades de uva (*Vitis vinifera* L)

V1 Moscatel negra (Mn)

V2 Moscatel rosada (Mr)

Factor B: Dos dosis de levadura (*sacharomyces cerevisiae*).

D1 0,5 g/l de levadura

D2 1 g/l de levadura

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó un Diseño Completamente al Azar (D.C.A.)

TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS	VARIEDAD Y DOSIS (g/l)
T1 V1D1	Mn x 0,5 g/l de levadura
T2 V1D2	Mn x 1 g/l de levadura
T3 V2D1	Mr x 0,5 g/l de levadura
T4 V2D2	Mr x 1 g/l de levadura
T5 Testigo	Mn sin levadura

Características:

Número de tratamientos 5

Número de repeticiones 4

Unidades experimentales: 20

Tamaño de la Unidad Experimental: Estuvo compuesta por 25 litros de jugo de uva.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

ESQUEMA DEL ADEVA

FV	GL
TOTAL	19
TRATAMIENTOS	4
ERROR EXPERIMENTAL	15

CV %

ANÁLISIS FUNCIONAL

Coeficiente de Variación, Prueba de Tuckey al 5 % para tratamientos y Prueba de Friedman para variables cualitativas.

VARIABLES A EVALUARSE

Variables cuantitativas

Todas las variables se analizaron en relación al cuerpo del destilado a excepción del tiempo de fermentación del mosto.

Tiempo de fermentación del mosto en días

Rendimiento de alcohol obtenido del cuerpo en porcentaje

Acidez Total: expresada como ácido acético en gramos/100cm³

Densidad Relativa

Grado alcohólico: en grados Gay Lussac

Variables cualitativas

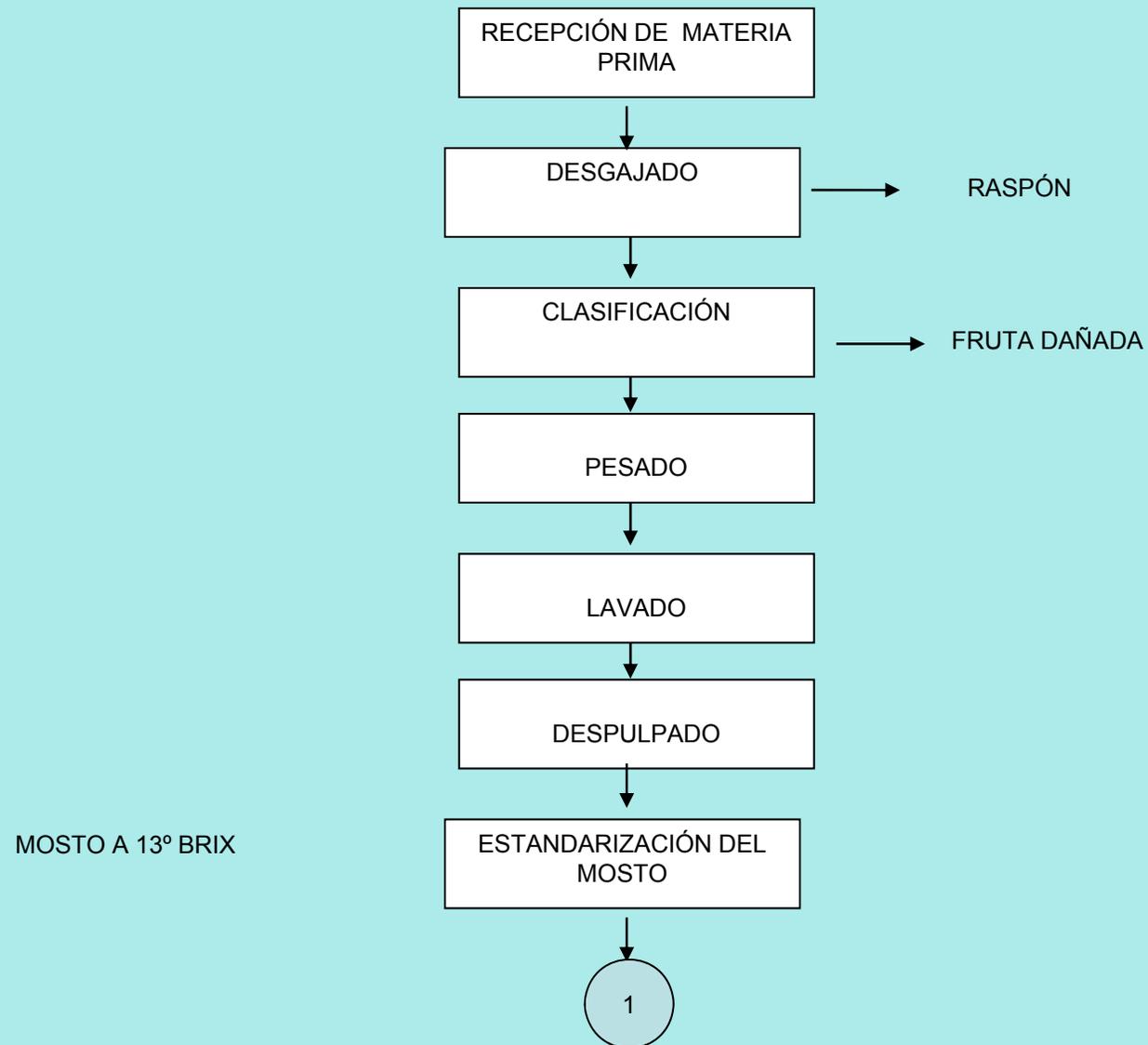
Color	sobre 5 puntos
-------	----------------

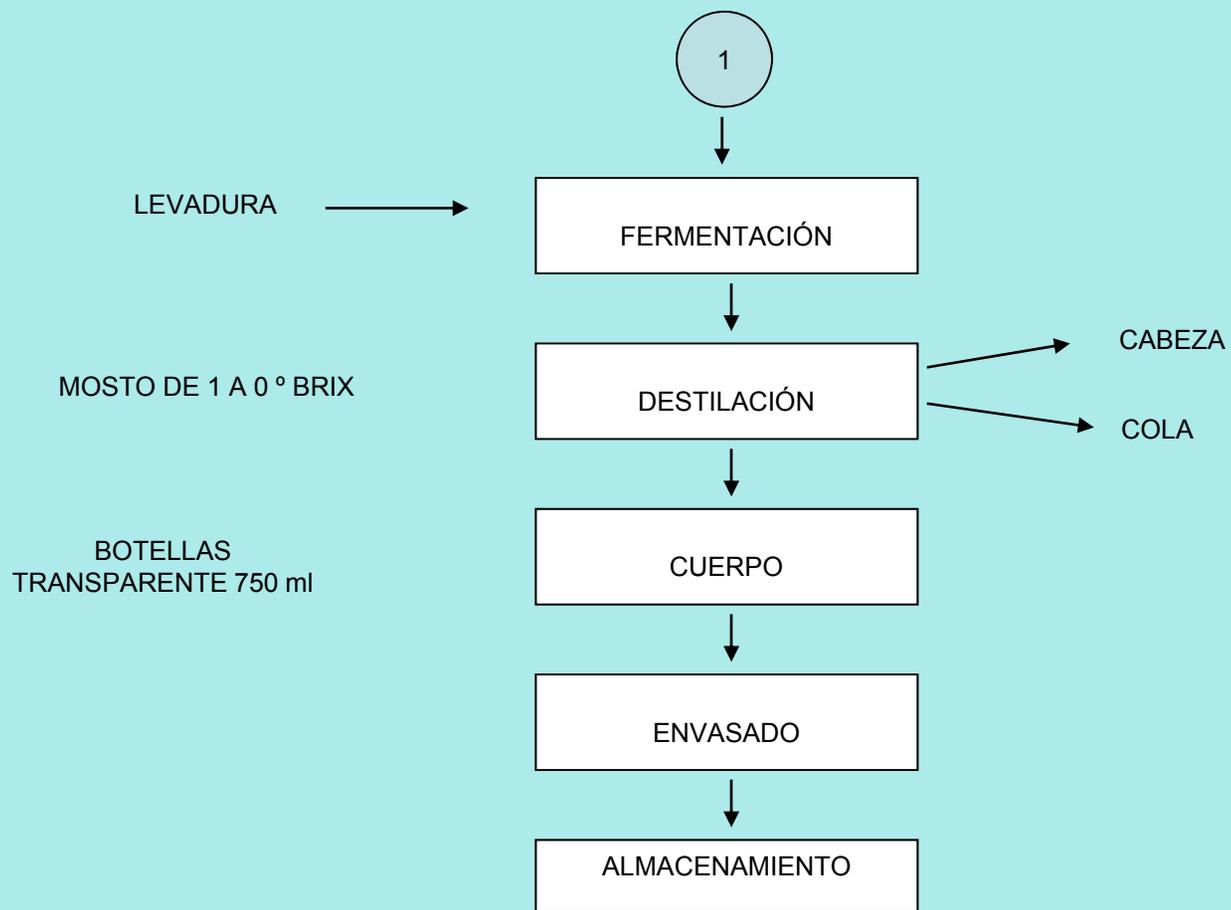
Olor	sobre 5 puntos
------	----------------

Sabor	sobre 5 puntos
-------	----------------

MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

DIAGRAMA DE FLUJO





RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA

Se mantuvo uniformidad en la maduración.

Que no estén en estado de descomposición.

Compras en intervalos de tres y cuatro días

Moscatel negra en cajas de 5 kg y moscatel rosada en cajas de 8 kg.

Control de grados brix.

Levadura marca LEVAPAN 0,5 kg.



LAVADO Y PESADO

Se arranco el fruto del racimo.

Lavado con agua a temperatura ambiente.

Pesado en balanza con capacidad para 15 kg.



DESPULPADO

Reemplazó al pisado

Se hizo en licuadora de uso doméstico.

Control de grados Brix (12 – 13 ° Brix)



En la variedad de uva moscatel rosada presentó un brix de 15 grados por lo cual fue necesario añadir agua, y se hizo utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{kg de agua} = \frac{\text{Peso (jugo) (Brix obtenido - Brix deseado)}}{\text{Brix deseado}}$$

Aplicando la fórmula en nuestro caso:

$$\text{kg de agua} = \frac{25 \text{ l (15}^\circ\text{Brix - 13}^\circ\text{Brix)}}{13 \text{ }^\circ\text{Brix}}$$

kg de agua = 3.84 l de agua.

FERMENTACIÓN

En cubas de fermentación.

INOCULACIÓN

En un recipiente se colocan 300 ml de agua a temperatura de 37°C

Se añaden 25g de azúcar.

Se adiciona las levaduras (*saccharomyces cerevisiae*)





DESTILACIÓN

Una vez los brix bajen a uno o cero grados

Llenar las tres cuartas partes del alambique

No filtrado ni cernido, se obtiene mayor aroma

Llama Baja

No se utilizó la rectificadora, solo en dos repeticiones del testigo.

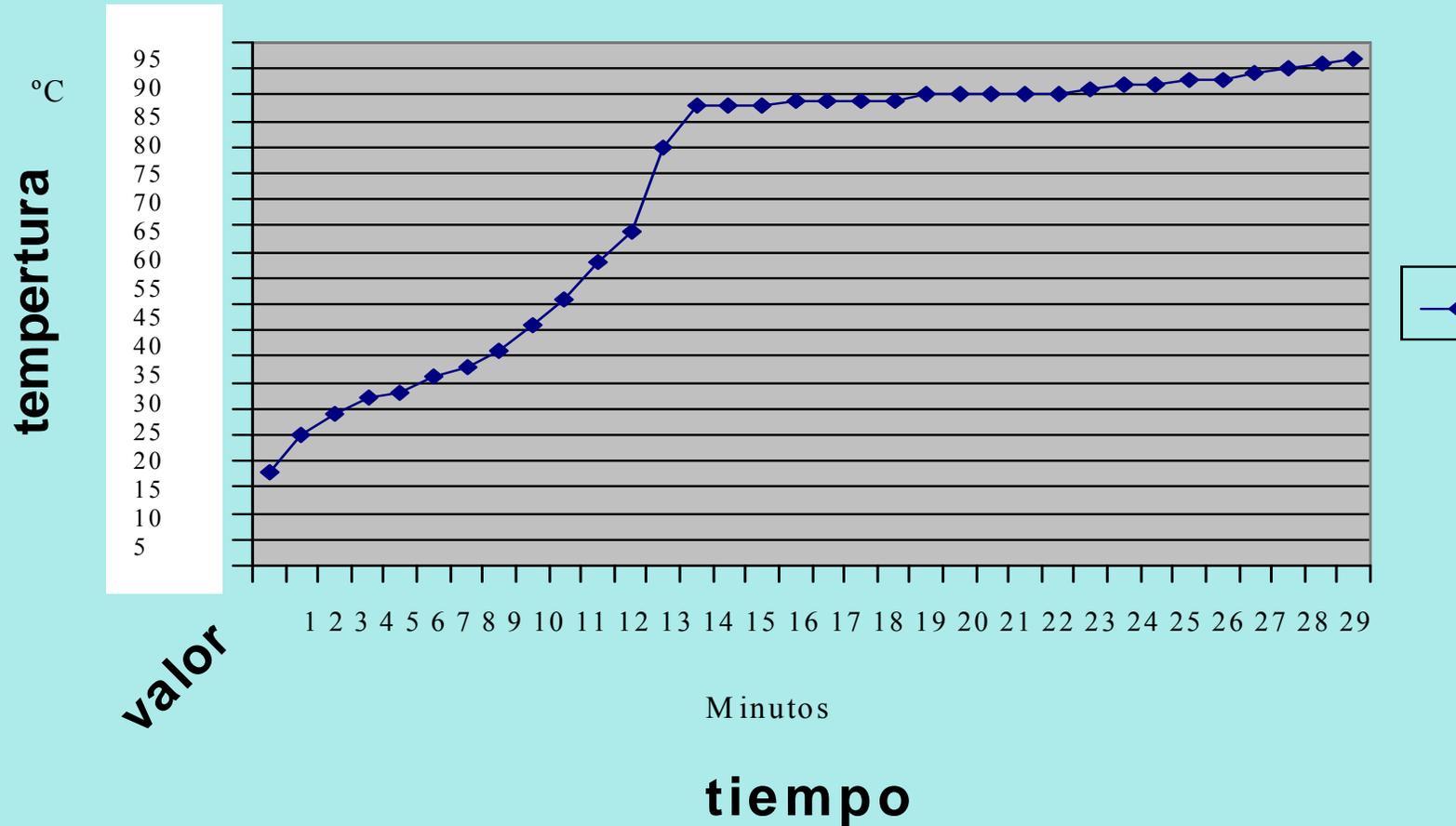
Controlar temperatura, tiempo y grado alcohólico

Refrigerante, agua a temperatura ambiente $18 \pm 2^{\circ}\text{C}$





GRÁFICO 1: CURVA DE TEMPERATURA TIEMPO DE PROCESO T2R1



Cada valor que se indica en la ordenada (1, 2, 3,4..... 29) corresponden a intervalos de 10 minutos.

FRACCIONAMIENTO

Cabeza. Empiezan a salir a los 64°C hasta los 88°C.

Se recogieron 70 ml

Un grado alcohólico de 60°GL a 65°GL.

Aroma agradable, sabor amargo, aspecto lechoso.

Cuerpo. Salió a una T de 88°C y se recogió hasta los 92°C.

Empieza a salir a 55°GL y se recoge hasta los 35°GL

Volumen por tratamiento varia entre 10 y 12 % de V de carga.

Color transparente. Conserva olores de la fruta.

Colas. De 92°C a 96°C.

Un grado alcohólico de 34°GL a 20°GL

Mal olor. Bajo grado alcohólico.



ENVASADO

Botellas de 750 ml

Se dejó un espacio de 3 cm para favorecer la oxidación

CONTROL DE CALIDAD

FÍSICO-QUÍMICOS

Alcoholes superiores

Acidez Total

Densidad

ORGANOLÉPTICOS

Catación (Color, aroma y sabor)

RESULTADOS Y DISCUSIONES

TIEMPO DE FERMENTACIÓN DEL MOSTO EN DÍAS

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	Σ	MEDIA
T1	14	14	10	11	49	12.25
T2	14	14	13	13	54	13.50
T3	16	12	16	16	60	15.00
T4	12	14	13	13	52	13.00
T5	22	23	21	22	88	22.00
Σ	78	77	73	75	303	15.15

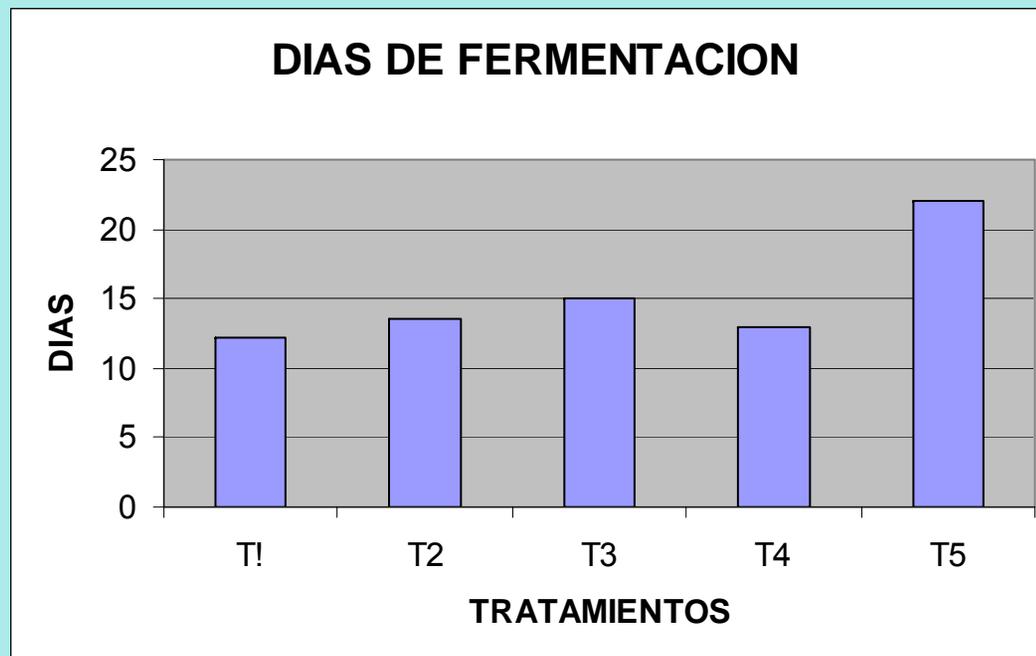
ADEVA

FV	GL	SC	CM	FC	NS	FT	
						0.05	0.01
TOTAL	19	280.55					
TRATAT	4	250.80	62.7	31.66	**	3.06	4.89
Error Exp	15	29.75	1.98				

CV = 9.28%

PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T5	22.00	a
T3	15.00	a
T2	13.50	b
T4	13.00	b
T1	12.25	b



RENDIMIENTO DE ALCOHOL EN PORCENTAJE

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	Σ	MEDIA
T1	12.00	14.24	12.00	17.68	55.92	13.98
T2	12.08	10.56	11.60	12.00	46.24	11.56
T3	9.40	10.40	7.60	8.40	35.80	8.95
T4	10.40	10.60	8.80	9.28	39.08	9.77
T5	11.44	10.50	10.00	10.48	42.42	10.60
Σ	55.32	56.30	50.00	57.84	219.46	10.97

ADEVA

FV	GL	SC	CM	FC	NS	FT	
						0.05	0.01
TOTAL	19	451.10					
TRATAT	4	420.25	105.06	51.24	**	3.06	4.89
Error Exp	15	30.85	2.05				

CV = 13.05%

PRUEBA DE TUCKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T1	13.98	a
T2	11.56	a
T5	10.60	b
T4	9.77	b
T3	8.95	b



DETERMINACIÓN DE ACIDEZ (INEN 341)

ACIDEZ TOTAL (Expresada como ácido acético g/100cm³)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	Σ	MEDIA
T1	0.17	0.20	0.18	0.20	0.75	0.18
T2	0.20	0.25	0.18	0.23	0.86	0.21
T3	0.23	0.25	0.27	0.28	1.03	0.25
T4	0.28	0.27	0.28	0.30	1.13	0.28
T5	0.30	0.30	0.31	0.32	1.23	0.30
Σ	1.18	1.27	1.22	1.33	5	0.25

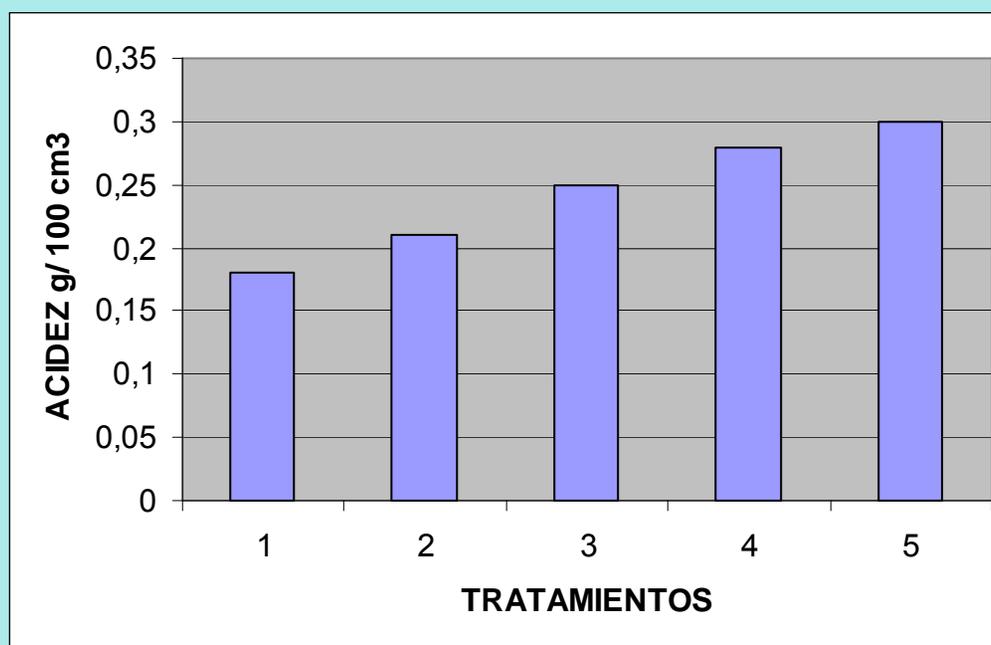
ADEVA

FV	GL	SC	CM	FC	NS	FT	
						0.05	0.01
TOTAL	19	0.04					
TRATAT	4	0.03	0.007	12.5	**	3.06	4.89
Error Exp	15	0.01	0.0006				

CV = 9.7%

PRUEBA DE TUCKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T5	0.30	a
T4	0.28	a
T3	0.25	a
T2	0.21	b
T1	0.18	c



DETERMINACIÓN DE DENSIDAD RELATIVA (INEN 349)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	Σ	MEDIA
T1	0.9315	0.9335	0.9355	0.9290	3.7295	0.9323
T2	0.9270	0.9335	0.9290	0.9290	3.7185	0.9296
T3	0.9335	0.9355	0.9375	0.9290	3.7355	0.9338
T4	0.9270	0.9270	0.9250	0.9290	3.7080	0.9270
T5	0.9290	0.9185	0.9160	0.9270	3.6905	0.9226
Σ	4.648	4.648	4.643	4.643	18.582	0.9291

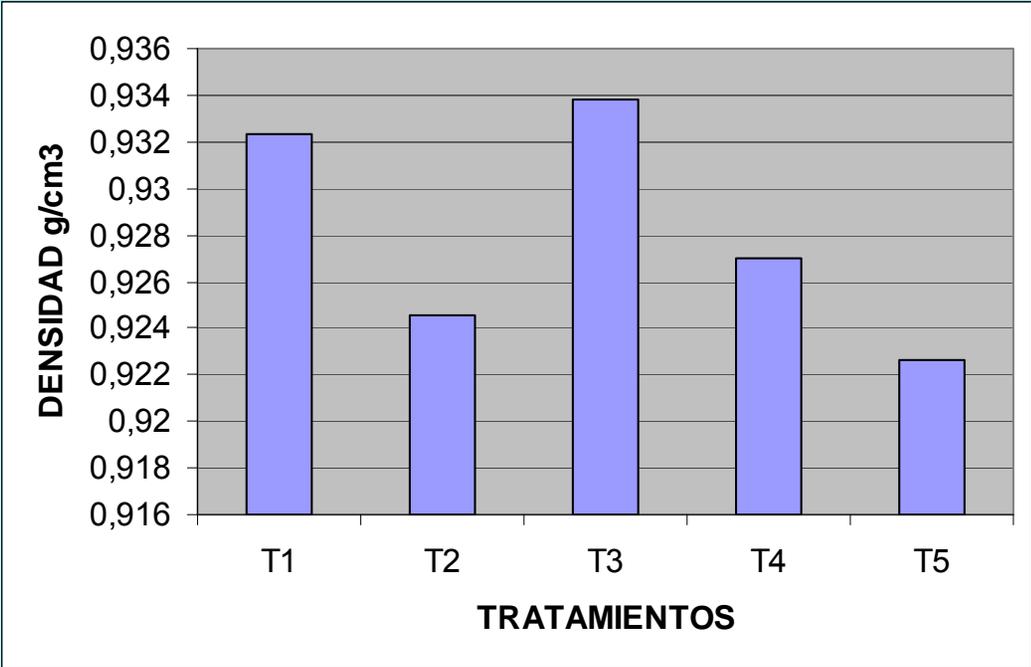
ADEVA

FV	GL	SC	CM	FC	NS	FT	
						0.05	0.01
TOTAL	19	0.0050					
TRATAT	4	0.0025	0.000625	3.76	**	3.06	4.89
Error Exp	15	0.0025	0.000166				

CV = 1.38%

PRUEBA DE TUCKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T3	0.9338	a
T1	0.9323	a
T4	0.9270	a
T2	0.9246	a
T5	0.9226	a



DETERMINACIÓN DE GRADO ALCOHÓLICO (INEN 340)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	Σ	MEDIA
T1	44	43	42	45	174	43.50
T2	46	43	45	45	179	44.75
T3	43	42	41	45	171	42.75
T4	46	46	47	45	184	46.00
T5	45	50	51	46	192	48.00
Σ	224	224	226	226	900	45.00

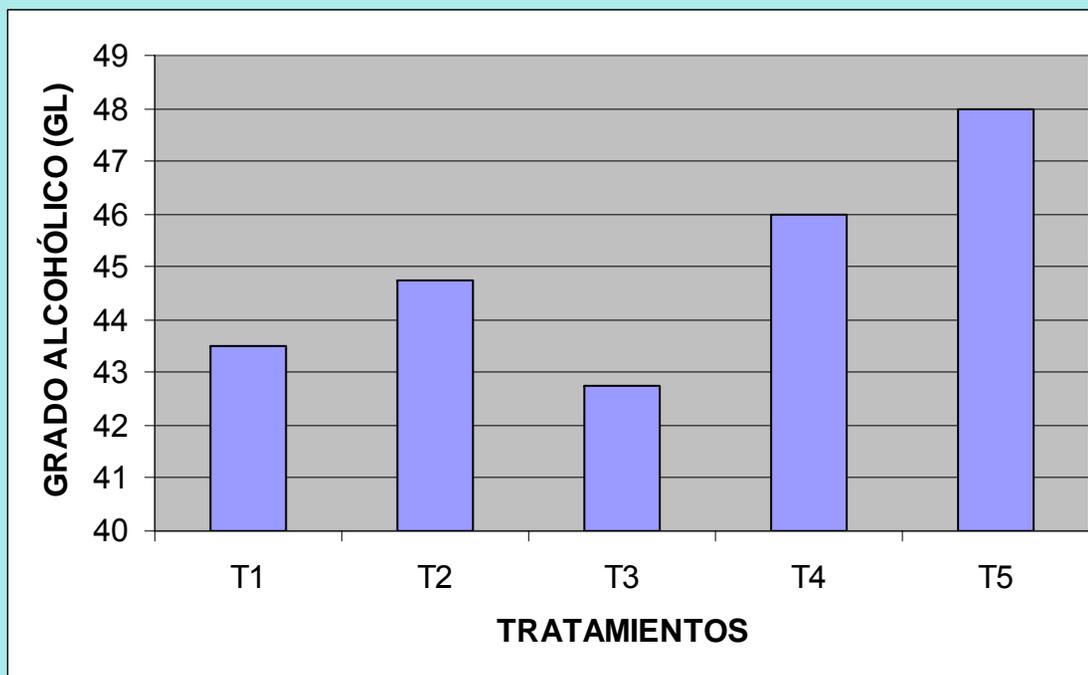
ADEVA

FV	GL	SC	CM	FC	NS	FT	
						0.05	0.01
TOTAL	19	116					
TRATAT	4	69.5	17.37	5.60	**	3.06	4.89
Error Exp	15	46.5	3.1				

CV = 3.91%

PRUEBA DE TUCKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T5	48.00	a
T4	46.00	a
T2	44.75	a
T1	43.50	b
T3	42.75	b



CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

COLOR

DEGUST	MUESTRAS						
	1	2	3	4	5	6	Σ
I	4	5	5	4	4	4	26
II	4	3	5	4	4	5	25
III	5	3	5	5	5	5	28
IV	4	4	4	4	4	4	24
V	4	4	4	4	4	4	24
VI	3	3	4	3	3	4	20
VII	4	4	4	4	4	4	24
VIII	5	4	4	4	5	4	26
Σ	33	30	35	32	33	34	197
X	4.12	3.75	4.37	4.00	4.12	4.25	

Elaborado por: Cristian Jaramillo - Xavier Soria

Muestra 1: Testigo R1

Muestra 2: Tratamiento T1R1

Muestra 3: Tratamiento T2R4

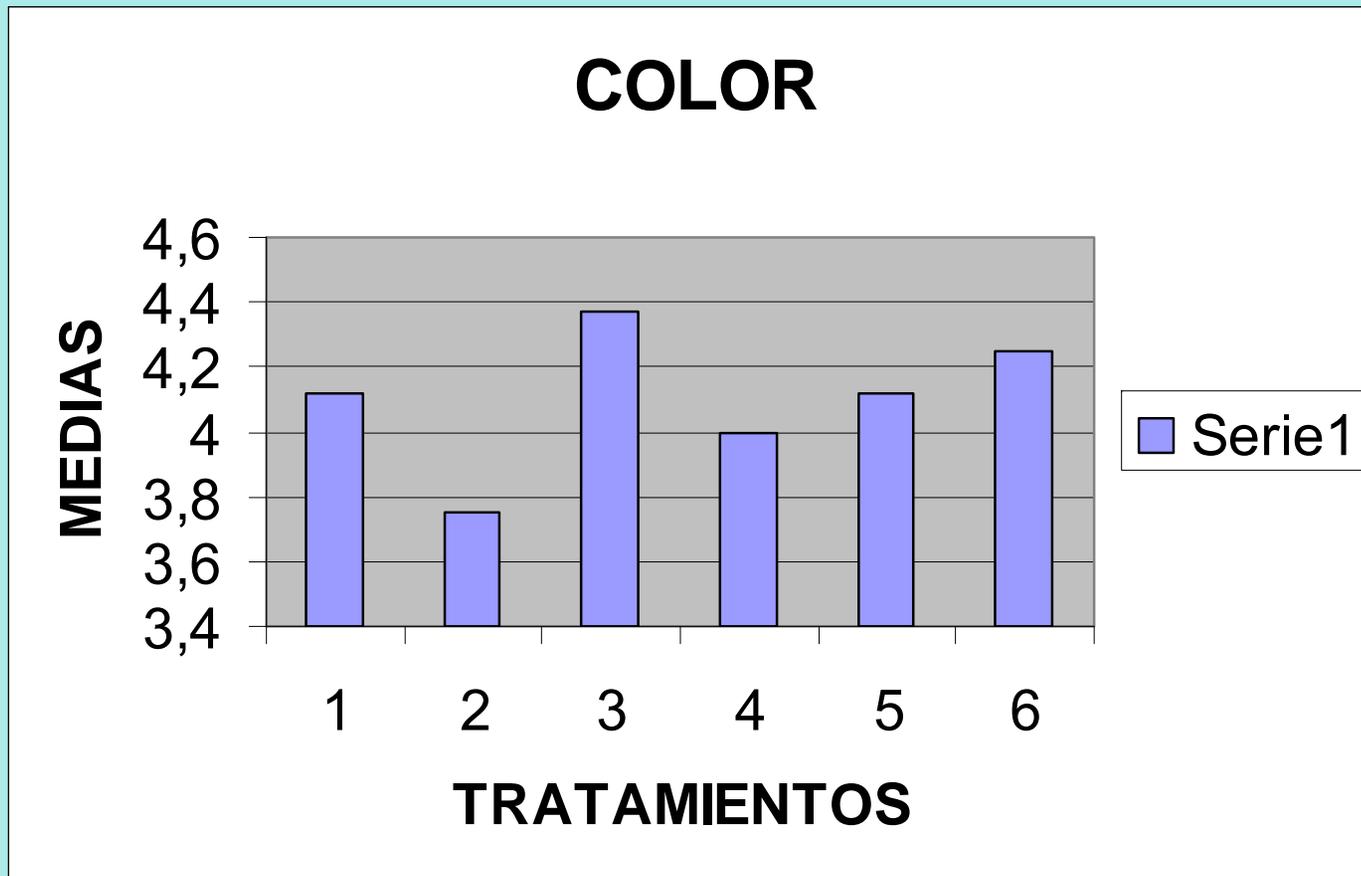
Muestra 4: Tratamiento T3R1

Muestra 5: Tratamiento T4R4

Muestra 6: Patrón

$X^2 = 2.5NS$

COLOR



OLOR

DEGUST	MUESTRAS						
	1	2	3	4	5	6	Σ
I	3	4	4	3	4	4	22
II	4	4	5	4	5	5	27
III	5	3	4	3	5	3	23
IV	4	3	3	3	4	4	21
V	2	2	3	4	3	5	19
VI	2	3	4	3	2	3	17
VII	3	3	4	4	2	4	20
VIII	3	4	3	3	4	3	20
Σ	26	26	30	27	29	31	
X	3.25	3.25	3.75	3.37	3.62	3.87	

Elaborado por: Cristian Jaramillo - Xavier Soria

Muestra 1: Testigo R1

Muestra 2: Tratamiento T1R1

Muestra 3: Tratamiento T2R4

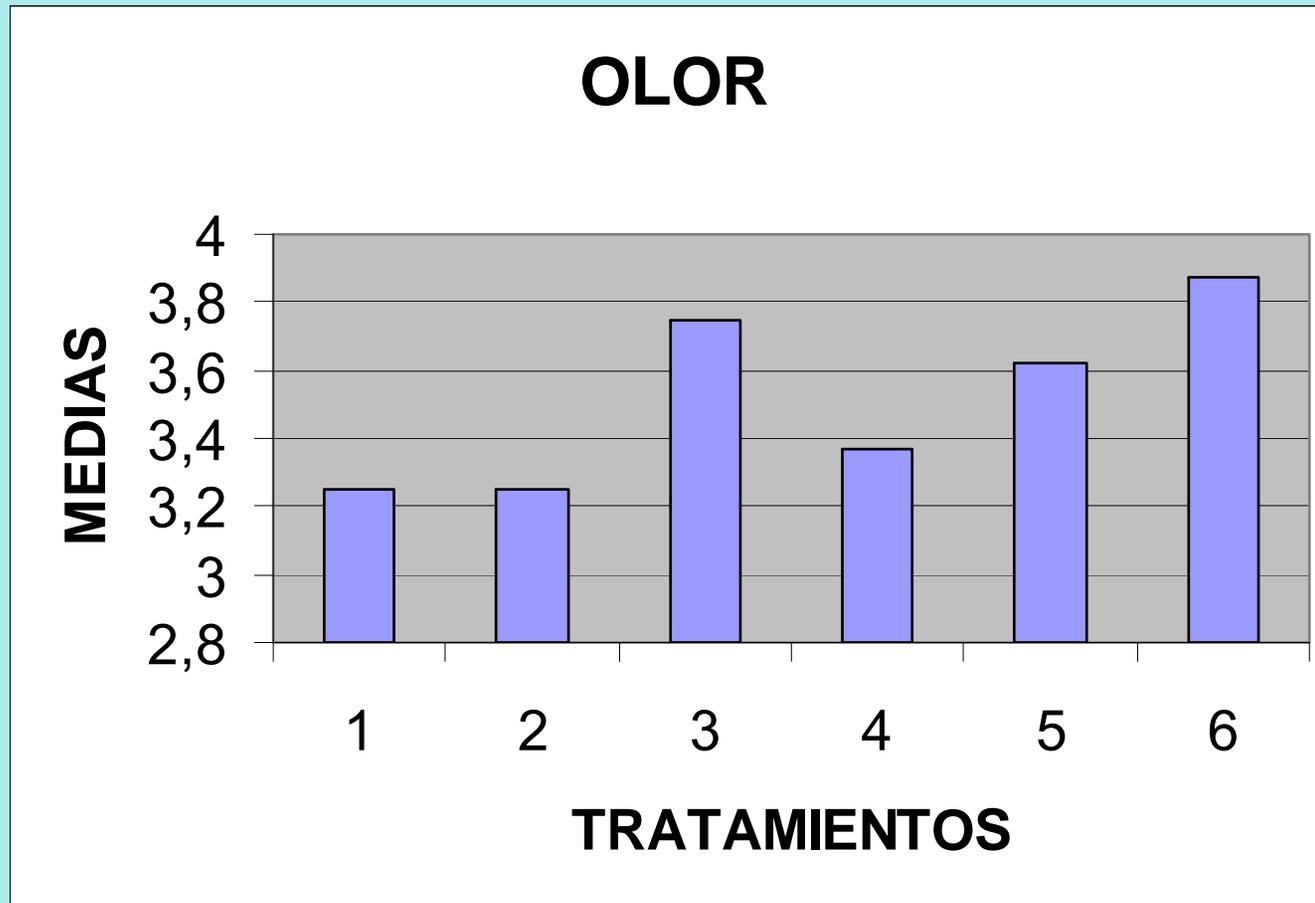
Muestra 4: Tratamiento T3R1

Muestra 5: Tratamiento T4R4

Muestra 6: Patrón

$X^2 = 4.87NS$

OLOR



SABOR

DEGUST	MUESTRAS						
	1	2	3	4	5	6	Σ
I	3	4	4	2	2	3	18
II	4	5	3	4	5	5	26
III	4	5	4	4	5	4	26
IV	3	3	4	3	4	4	21
V	2	2	3	4	3	5	19
VI	2	3	4	2	2	4	17
VII	3	4	3	4	3	4	21
VIII	3	4	5	4	4	3	23
Σ	24	32	33	31	33	32	
X	3	4	4.1	3.8	4.1	4.	

Elaborado por: Cristian Jaramillo - Xavier Soria

Muestra 1: Testigo R1

Muestra 2: Tratamiento T1R1

Muestra 3: Tratamiento T2R4

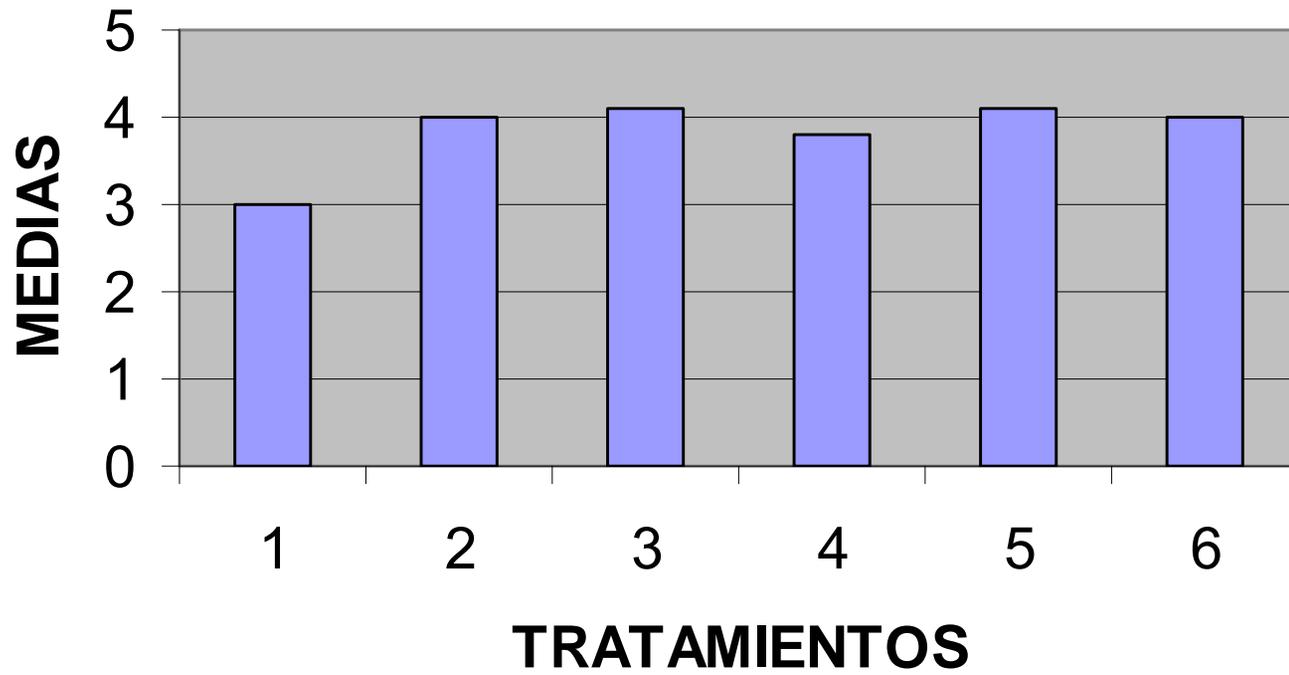
Muestra 4: Tratamiento T3R1

Muestra 5: Tratamiento T4R4

Muestra 6: Patrón

$X^2 = 6.39NS$

SABOR



METANOL Y ALCOHOLES SUPERIORES T2R4

El tratamiento T2R4 presenta las mejores características Físico-químicas y organolépticas

REPORTE	T2R4	INEN 368
g/100cm ³		
METANOL	0.035	0.25
ESTERES	0.0061	0.2
ALC. SUPERIORES	0.05	0.3
ALDEHÍDOS	0.0014	0.02
FURFURAL	0.001	0.004

CONCLUSIONES

- Se obtuvo un producto de calidad enmarcado dentro de la norma INEN 368.
- Existen pérdidas de calor en un 92,74%. De esto el 10,24% corresponden a pérdidas de calor por convección y el 89,76% por radiación.
- T1R3 menor tiempo de fermentación con relación al testigo.
- El tratamiento T1 presenta el mayor rendimiento de alcohol.
- Tratamientos con uva rosada presentan mayor acidez y el testigo también se presenta ácido.
- Las cabezas empiezan a salir a los 64°C, el cuerpo a 85°C y las colas a 92°C.
- La densidad es inversamente proporcional al grado alcohólico.
- El grado alcohólico está en función de la resistencia.
- Mejor tratamiento T2R4 con las siguientes características:

Redimiento 12%	Grado alcohólico 45GL
Tiempo de fermentación 13 días	Densidad 0,9290
Volumen 3 l	Acidez 0,23 g/100cm ³

SE ACEPTA LA HIPÓTESIS ALTERNA

RECOMENDACIONES:

- Se recomienda promover la transformación del mosto de uva en pisco, para incentivar el cultivo de esta fruta.
- Recomendamos utilizar la destilación como un método en la producción de licores.
- Se recomienda aislar el alambique y la fuente de calor.
- Recomendamos utilizar otra levadura en la fermentación del mosto.
- Utilizar las cabezas como solventes, quita esmaltes y las colas en el lavado de botellas.
- Se recomienda recoger mayor volumen de cabezas.
- Recomendamos usar el pesa jarabe y no el refractómetro.
- Recomendamos usar la variedad uva moscatel negra con 1 gramo de levadura, ya que presenta las mejores características organolep.
- Sería interesante la utilización de la lentilla rectificadora y el uso de mezcla de frutas.

COSTOS MEJOR TRATAMIENTO T2R4

Materia Prima	Unidad	Cantidad	C. unitario	C. total
Uvas	kg	25	0.6	15
Materiales				
Tinas		1	3	3
Botellas		4	0.15	0.6
Tapas		4	0.05	0.2
Insumos				
Gas	kg	1.6	0.133	0.21
Agua	l	100	0.02	2
Mano d obra	hora	4	1/h	4
T.C.V				25.01
Equipos				
Alambique		1	10	10

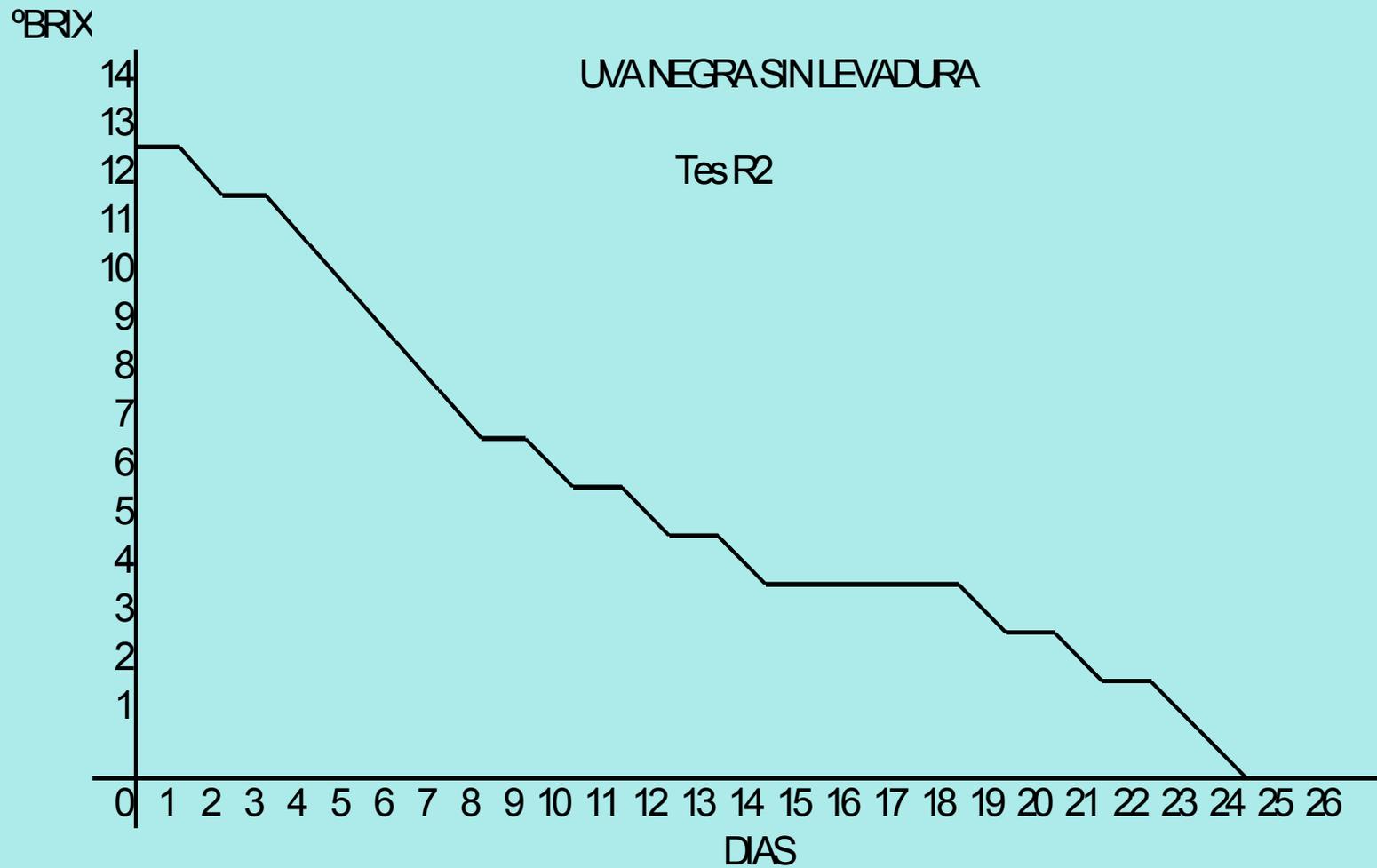
Total Costos Operativos = Total Costos Variables + Costos Fijos

T.C.O. = 25.01 + 10 = 35.01

Número de Botellas de 750 ml = 4

35.01/4= **8.75 DÓLARES**

CURVAS DE VARIACIÓN DE GRADOS BRIX DURANTE LA FERMENTACIÓN



°BRIX

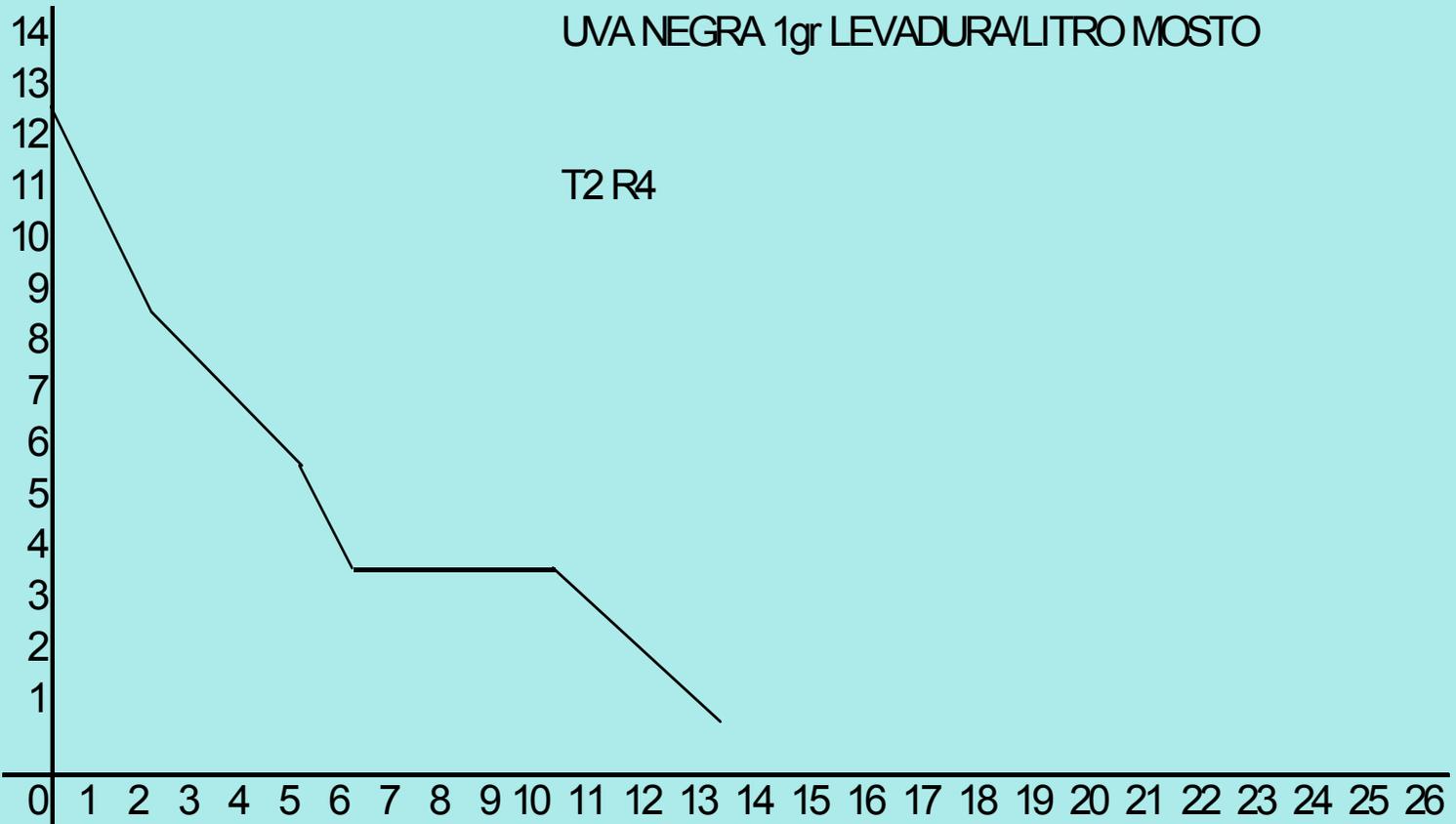
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0

UVA NEGRA 1gr LEVADURA/LITRO MOSTO

T2 R4

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26

DIAS



ANEXO 6: RESUMEN DESTILACION

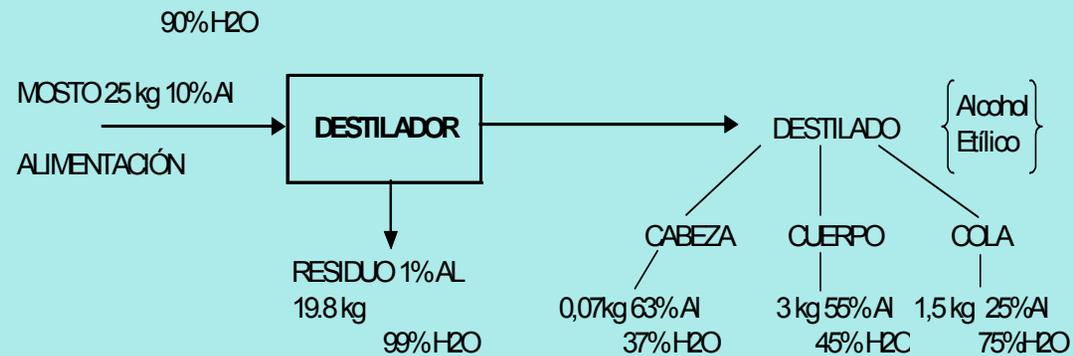
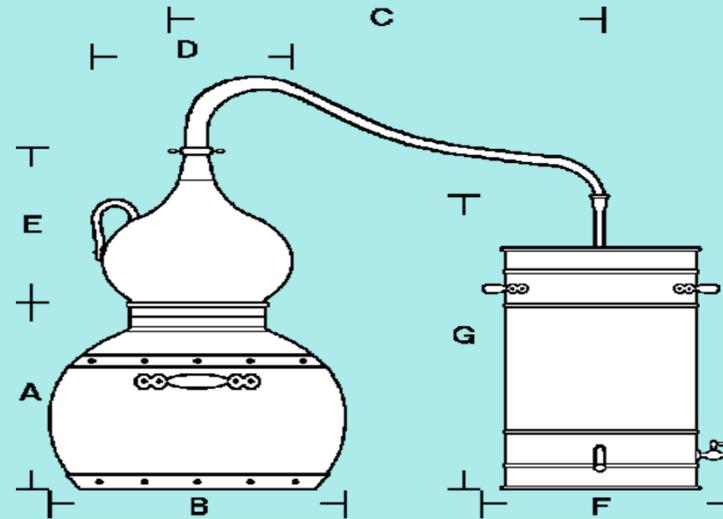
REPETICIÓN I							
TRATAMIENTOS	VOLUMEN MOSTO ml	CABEZA	CUERPO	COLA	TOTAL DESTILADO	% CUERPO	% TOTAL DESTILADO
		ml	ml	ml	ml		
T1	25000	70	3000	1235	4305	12	17,22
T2	25000	70	3022	1030	4122	12,08	16,5
T3	25000	85	2350	1125	3560	9,4	14,24
T4	25000	70	2600	1425	4095	10,4	16,38
TES	25000	90	2860	1250	4200	11,44	16,8

REPETICIÓN II							
TRATAMIENTOS	VOLUMEN MOSTO ml	CABEZA	CUERPO	COLA	TOTAL DESTILADO	% CUERPO	% TOTAL DESTILADO
		ml	ml	ml	ml		
T1	25000	70	3560	1385	5015	14,24	20,06
T2	25000	70	2640	1300	4010	10,56	16,04
T3	25000	70	2600	1120	3790	10,4	15,16
T4	25000	80	2650	1280	4010	10,6	16,04
TES	25000	90	2627	933	3650	10,5	14,6

REPETICIÓN III							
TRATAMIENTOS	VOLUMEM MOSTO ml	CABEZA	CUERPO	COLA	TOTAL DESTILADO	% CUERPO	% TOTAL DESTILADO
		ml	ml	ml	ml		
T1	25000	70	3000	1330	4400	12	17,6
T2	25000	70	2900	1350	4320	11,6	17,3
T3	25000	70	1900	1850	3820	8,4	15,28
T4	25000	70	2200	1300	3570	9,28	14,28
TES	25000	70	2500	1100	3670	10,48	14,68

REPETICIÓN IV							
TRATAMIENTOS	VOLUMEN MOSTO ml	CABEZA	CUERPO	COLA	TOTAL DESTILADO	% CUERPO	% TOTAL DESTILADO
		ml	ml	ml	ml		
T1	25000	70	4420	1000	5490	17,68	21,96
T2	25000	70	3000	895	3965	12	15,86
T3	25000	70	2100	1650	3820	8,4	15,28
T4	25000	70	2320	1650	4040	9,28	16,16
TES	25000	85	2620	1200	3905	14,48	15,62

BALANCE DE MASA Y ENERGÍA



	V	RANGO T RECOMENDADO	RANGO T UTILIZADO	VOLUMEN	RANGO °G
CABEZA	0,05 kg	5°C - 78,5°C	64°C - 88°C	0,07 kg	65°G - 55°G
CUERPO	2,5 kg	78,5°C - 90°C	88°C - 92°C	3 kg	55°G - 35°G
COLA		90°C -	92°C - 97°C	1,5 kg	35°G - 20°G

TOTAL 4,57 l

BALANCE DE ENERGÍA DESTILACIÓN (PISCO)

Calor Entrada = Calor Salida

CALOR FUENTE + CALOR MOSTO = CALOR DESTILADO + CALOR PERDIDO + CALOR RESIDUAL

$$FM \times P.C) + (m \times cP \times \Delta T) = [(FM \times H_1) + (FM \times H_2) + (FM \times H_3)] + qp + (FM \times Cp \times \Delta T)$$

$$\left(0.45 \frac{kg}{h} \times 10830 \frac{Kcal}{Kg}\right) + \left(8 \frac{Kg}{h} \times 0.90 \frac{Kcal}{Kg^\circ C} \times 76^\circ C\right)$$

$$4873.5 \frac{Kcal}{h} + 547.2 \frac{Kcal}{h} = \left[\left(0.42 \frac{Kg}{h} \times 17.8 \frac{Kcal}{Kg}\right) + \left(2 \frac{Kg}{h} \times 3.1 \frac{Kcal}{Kg}\right) + \left(0.75 \frac{Kg}{h} \times 4.5 \frac{Kcal}{Kg}\right)\right] + \left(5 \frac{Kg}{h} \times 0.99 \frac{Kcal}{Kg} \times 76\right)$$

$$5420.7 \frac{Kcal}{h} = \left[7.47 + 6.2 + 3.37 \frac{Kcal}{h}\right] + 376.2 \frac{kCal}{h} + qp$$

$$5420.7 = 393.24 + qp$$

$$5420 - 393.24 = qp$$

$$qp = 5027.46 \text{ Kcal/h}$$

$$\text{Flujo másico gas} = 0.45 \text{ Kg/h}$$

$$\text{Poder calorífico} = 10830 \text{ Kcal/Kg}$$

$$\text{Flujo másico mosto} = 8 \text{ Kg/h}$$

$$Cp \text{ mosto} = 090 \text{ Kcal/Kg}^\circ C$$

$$\Delta T = 158^\circ F - 68^\circ F = 90^\circ F$$

$$70^\circ C - 20^\circ C = 50^\circ C$$

$$q \text{ convección} = hc \times A \times \Delta T$$

$$q = \frac{2 \text{ BTU}}{\text{hpie}^2 \text{ }^\circ F} \times 11 \text{ pies}^2 \times 90^\circ F$$

$$q \text{ convección} = 2044.8 \text{ BTU/h} = 515.28 \text{ Kcal/h}$$

$$q \text{ radiación} = 4512.18 \text{ Kcal/h}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 96 - 20 = 76^\circ\text{C}$$

Flujo másico cabeza = 0.42 Kg/h

$$5027.46 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} \quad 100\%$$

Flujo másico cuerpo = 2 Kg/h

$$515.28 \quad \mathbf{10.24\% \text{ convección}}$$

Flujo másico cola = 0.75 Kg/h

$$5027.46 \quad 100\%$$

Entalpía cabeza = 17.8 Kcal/Kg

$$4512.18 \text{ --- } X = 89.75\% \text{ radiación}$$

Entalpía cuerpo = 3.1 Kcal/Kg

$$\text{convección } 10.24\% \quad 515.28 \text{Kcal/ kg}$$

Entalpía cola = 4.5 Kcal/Kg

$$\text{radiación } 89.75\% \quad 4512.18 \text{ Kcal/ kg}$$

Flujo másico residuo = 5 Kg/h

$C_p \text{ H}_2\text{O} = 0.9 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$

$$\Delta T = 76^\circ\text{C}$$

$hc = 2 \text{ BTU/h pie } ^\circ\text{F}$ tomado de tablas de radiación y convección combinado por diferencia de temperatura a 70°F

RESULTADOS DE CROMOTOGRAFÍA DE CABEZA, COLA Y PATRÓN

	METANOL	ESTERES	ALC .SUPE	ALDEHÍDOS	FURFURAL
CABEZA	0.040	0.28	0.12	0.0053	0.010
COLA	0.030	0.0077	0.012	0.0002	0.0015
PATRON	0.056	0.0065	0.023	0.0005	0.0011
INEN	0.25	0.2	0.3	0.02	0.004
368					