

Determinación del rendimiento de alcohol en tres variedades de caña (*Saccharum officinarum*) (POJ, Caleña, Cenizosa) mediante la incorporación de tres niveles de levadura (*sacchoromyces cerevisiae*).



Alfredo Jefferson Guerra Narváez

Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario (EDIA)

Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC)

Nuevo Campus, Av. Universitaria y Antisana

Tulcán – Ecuador

Alfredo.guerra@upec.edu.ec; guerrajefferson@hotmail.com

Resumen

La finalidad del trabajo de investigación consistió en determinar el rendimiento de alcohol en tres variedades de caña (*Saccharum officinarum*) (POJ, Caleña, Cenizosa) mediante la incorporación de tres niveles de levadura (*sacchoromyces cerevisiae*). La investigación se realizó en condiciones de laboratorio en condiciones controladas, durante los meses de Agosto – Diciembre del 2013, en la Parroquia Chical, comunidad Quinshul, perteneciente a la provincia del Carchi Cantón Tulcán; y la parte del proceso análisis de la propiedades se realizó en el laboratorio de Azúcares de la Universidad Politécnica Estala del Carchi; se evaluaron tres niveles de levadura *Saccharomyces serevisiae* 3g, 6g, 9g del microorganismo por cada litro de jugo de caña de cada variedad. Para el proceso investigativo de utiliza 36 unidades experimentales el cual se encuentra distribuido por 9 tratamientos y 4 repeticiones. Las variables evaluadas fueron: pH, acidez titulable, temperatura de fermentación, °Brix, tiempo de fermentación. Los resultados obtenidos indican que los niveles de levaduras y las variedades de caña influyen significativamente en el rendimiento y calidad del producto en lo que corresponde a las propiedades físico químicas.

Abstract

The present investigation was based highly on the evaluation of three cane varieties (POJ, Caleña and Cenizosa) for the obtaining of cane alcohol proving three yeast levels (*Saccharomyces cerevisiae*).

Specifically the process of technology of the obtaining of the cane alcohol began with the obtaining of cane must, for him which he/she was carried out the selection process from the cane varieties to used in the investigation, milled of the cane and fermentation of the juice. Then the cane must was subjected to the filtrate of sludges, pasteurization, trasvasado to the biorreactores, inoculation of the yeast in the established doses and fermentation. After the process fermentative you proceeded to the process of separation of yeasts and distillation of the same one by means of the proportion of temperatures. When concluding the process you proceeded to pack, to seal, to label and to store, obtaining an alcohol of alcoholic grade that is among the norms.

For the process of statistical medium of the variables 9 treatments were experienced with 4 repetitions each one. To be an experiment where the conditions were controlled, for the experimental investigation it was opted to apply a Design totally at random (D.C.a), where the Factor TO it represents to the cane varieties and the Factor B the yeast levels; the analysis variables were: days of fermentation, temperature, pH, acidity tituable and °Brix in process fermentative. To determine the statistical significance Tukey it was applied for the treatments and DMS for the factors.

Notablemete in the days of the process fermentativo was noticed that the yeast dose influences significantly in the time of fermentation, that is to say that at more yeast level smaller time of fermentation; the treatments finished the process fermentativo between the room and seventh day. In the variable temperature it was determined that the good temperature of fermentation is of 21.1°C in the T3R1 (Var POJ - Levadura9gr/lit); concerning the pH it was identified the T7R1 (Var Cenizosa - Levadura3 gr/lit) para the acidity the best treatment was the T3R1 (Var POJ - Levadura9gr/lit) as the best tratmientos.

Finally to know the chemical properties physique and microbiológicas of the three better treatments he/she was carried out the analysis in the laboratory SEIDLALABORATORY Co. Ltda in the city of I Remove Ecuador.

Tukuysuk Ranaku

Kay kunun katingak tiariran shukuti tapungabu kimsa ashkakuna mishkimunda (POJ, Caleña y Cenizosa) kayun rurrangabu traguta mishkimanta mikush kimsay shushichingabu (*Saccharomyces cerevisiae*).

Allimanta katingabu tecnología sukungabu traguta mishkimanta kallariran japingabu chipi mishkimanta, kayun rurraran alli japingabu ashkamunta kiski mawkangabu y maskangabu, mishkita muyuchish mishkita pasachingabu. Chaimanta mishki yaku mayshingabu yaukuran pasteurización, kutin apajun biorreactores, ashnish ima kitin gajun churaskamanta y nishka y alli churashka ama malta churangabu, chaimanta katin chapí tiarijuchun chaymanta katiran anchuchingabu mikungabu y chakichingabu kay lady chaupimanta alli pachapi tiarijuchun. Kay tukuchingabu katingapak katiran churangabu, tapachingabu, paplta churangabu y wakichingabu, charish traguta ashka machachingabu ña nishkapi gajun.

Katingapak chaupimanta ña gajun ashkakunata mushuk yuyaykuna 9 katingapak 4 chiladi shuk manta. Kay llankish maypi rimay ñuka nishka rurrarash, alli katingabu y maskangabu chay ñanta japiran kayun mawkangabu mushuk rrikush rurrangabu illitamanta imashinash Azar (D.C.a), maymanta kay A rrikuchin illi mishki Rrikush B ashkakuna aspashla mikungabu; ashka kuna alli yuyangabu garan: puchaguna yaku churana, pacha, pH, yaku rrupuna, y °Brix rrush kay katingapak. Kayun tukuchingabu rimay nijun ña rimakuna ña yachanchi churaran Tukey kayun katingabu DMS illik yuyakkuna.

Na rrikuchin punchakunapi katingabu rrikuranchi ashpa mikuna katijun ña nishkapi pachapi allichijuchun, ña nijunchi jatunmanta fitiku pachapi allichujuchun; ashka katingapak tukuchin kay katingapak allikmanta kaymanta cuskumanta y kanchishmanta punchakunata. Ashka pachapi rrikuran pachakuna alli rrikush kay gan 21.1°C en el T3R1 (Var POJ – Levadura9gr/lit); kay rrikuchik pH rrikuran kayta T7R1 (Var Cenizosa -- Levadura3 gr/lit) kayta jaku rrupak alli katingapak garan T3R1 (Var POJ – Levadura9gr/lit) alli katingapak .

Tukuchish rrigsingabu físico químico y microbiológico kimsamanta allik katingapak rurraran alli yuyaymanta kay ukupi yachangapak SEIDLALABORATORY Cía. Ltda. Llaktapi Quito Ecuador.

1. INTRODUCCIÓN

La humanidad emplea la fermentación desde tiempos remotos para la elaboración de vinos. En estos tiempos se empieza a descubrir, gracias a procesos científicos, es así que Luis Gay – Lussac fue el primero en determinar una reacción de fermentación obteniendo etanol a partir de glucosa.

El mundo que vivimos es uno de los planetas únicos porque presenta mucha diversidad de seres vivos entre ellos está el ser humano, animales plantas, ya que de las plantas podemos obtener una gran variedad de subproductos por medio de procesos agroindustriales entre unos de estos productos útiles en los procesos se encuentra la caña de azúcar ya que es uno de los productos rico en glucosa siendo así muy útil en procesos como; para la obtención de panela de diferentes formas, obtención de alcohol por medio de procesos fermentativos que pueden ser utilizados en diferentes campos de consumo dependiendo de las características físico químicas.

El Ecuador es uno de los países que presenta condiciones muy favorables para el desarrollo de los cultivos en buenas condiciones, entre uno de ellos podemos citar la caña de azúcar del que por medio de proceso tecnológicos podemos obtener una gran diversidad de subproductos.

A nivel nacional la caña de azúcar es conocida porque es utilizada para la elaboración de azúcar, ya que este producto presenta características aceptables para los procesos agro industriales, también podemos decir que este producto presenta una composición que es única como la sacarosa que al ser extraída y pasada por medios de transformación podemos llegar a la obtención de productos como melcochas, alcohol, azúcar morena, polvo de panela, miel, los cuales son productos de una concentración de azúcares al ser sometidos a condiciones de temperatura.

2. Materiales y métodos

Los materiales que utilizaron en la investigación fueron: Materia prima Variedad POJ, Variedad Caleña, Variedad Cenizosa, Insumos, Levadura *Saccharomyces cerevisiae*, Agua destilada. Agua potable Materiales y sustancias de laboratorio, Varillas de agitación, Vasos de precipitación (50, 100, 250 y 500 ml), Erlenmeyer de 500 ml, pH-metro, Refractómetro, Balanza analítica, Pipetas de 1 y

10 ml, Termómetro digital, Cajas Petri, Solución indicador de fenolftaleína, Alcohol, Agua destilada, Solución 0.1 N de Hidróxido de sodio

Materiales y equipos para el proceso: Manguera silicona, Barras de silicona, Pistola de silicona, Tijeras, Cinta masquen, Manguera para gas industrial, Estilete, Botellas plásticas 5 L, Botellas plásticas 3 L, Levadura (*Saccharomyces*), Probetas 50 cc, Vasos de precipitación, Termómetro de alcohol, aplicando parámetros controlados.

El proceso investigativo se realizó en la Parroquia de Chical comunidad Quinshul perteneciente al Cantón Tulcán Provincia del Carchi.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

Tratamientos	Código
Var POJ - Levadura3 gr/lt	T1
Var POJ – Levadura6 gr/lt	T2
Var POJ – Levadura9gr/lt	T3
Var Caleña - Levadura3 gr/lt	T4
Var Caleña – Levadura6 gr/lt	T5
Var Caleña – Levadura9gr/lt	T6
Var Cenizosa - Levadura3 gr/lt	T7
Var Cenizosa – Levadura6 gr/lt	T8
Var Cenizosa – Levadura9gr/lt	T9

Elaboración: (ALFREDO, 2014)

El diseño experimental planteado, es un diseño completamente al azar (DCA) en donde se va a trabajar tres variedades de caña (POJ, Caleña, Cenizosa) frente a tres niveles de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*). Con nueve tratamientos y cuatro repeticiones, quedando un total de 36 unidades experimentales. La unidad experimental estuvo constituida por dosis de levadura más la variedad en estudio.

Para obtener las variaciones estadísticas en la investigación se efectuó el análisis de varianza (ADEVA), y para comparar los tratamientos se usó la prueba de Tukey al 5%.

3. Variables evaluadas

3.1 Análisis funcional

En la presente investigación se utilizó la prueba de Tukey al 5% para comparar las medias de los tratamientos.

3.1.1. Variables cuantitativas

En la presente investigación se evaluó las siguientes variables:

- Tiempo de fermentación
- Temperatura de fermentación
- Acidez titulante
- Potencial de hidrógeno Ph
- Grados Brix.

3.1.2. Análisis químico y microbiológico

Análisis químico

- Ph.
- Grado alcohólico % volumen
- Acidez volátil
- Esteres
- Aldehídos
- Metanol
- Densidad
- Congéneres
- Alcoholes superiores

Análisis microbiológico

- Aerobios totales
- Coliformes totales
- Mohos y levaduras

3.2. Análisis de resultados

Análisis de datos en la materia prima

Para el desarrollo de la investigación fue muy importante realizar una evaluación de cada una de las variedades de caña para el proceso de fermentación, para ello se midió la madurez de la caña, los días de fermentación en cada

tratamiento y repetición en que tarda en llegar a los 7°Brix.

Tiempo de fermentación

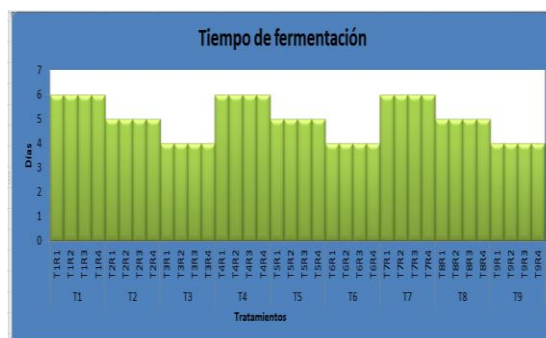
Para esto se toma como referencia el tiempo en (días) de fermentación que cada tratamiento en proceso de estudio tarda en llegar de 22 a 7° Brix, el mismo que es un indicador que ha finalizado su proceso fermentativo, esto se hizo con establecer diferencias tomando en cuenta los niveles de levadura por cada tratamiento y unidad experimental estudiada. A continuación se representan los siguientes datos:

Cuadro 1: Tiempo de fermentación

Tratamientos	Código	Repeticiones	Días de fermentación
Var POJ - Levadura3 gr/lit	T1	4	6
Var POJ - Levadura6 gr/lit	T2	4	5
Var POJ - Levadura9gr/lit	T3	4	4
Var Caleña - Levadura3 gr/lit	T4	4	6
Var Caleña - Levadura6 gr/lit	T5	4	5
Var Caleña - Levadura9gr/lit	T6	4	4
Var Cenizosa - Levadura3 gr/lit	T7	4	6
Var Cenizosa - Levadura6 gr/lit	T8	4	5
Var Cenizosa - Levadura9gr/lit	T9	4	4

(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

Gráfico 1: Tiempo de fermentación



(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

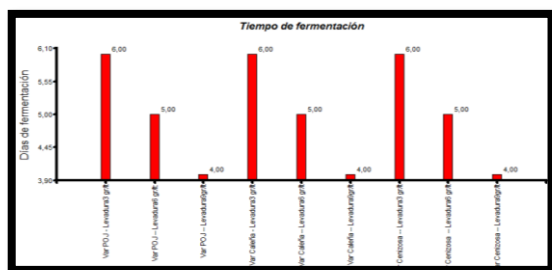
En este gráfico se puede apreciar el tiempo de fermentación por tratamientos de cada variedad estudiada, donde el tratamiento T1, T4 Y T7 presenta 6 días de fermentación porque se utilizó 3 gramos de levadura por litro de Jugo de caña, seguido de los tratamientos T2, T5 y T8 y los tratamientos que menos se demora en el proceso fermentativo es el T3, T6 y T9 el cual se utiliza un nivel de levadura de 9g/l.

Cuadro 2: Valores obtenidos en el tiempo de fermentación

Tratamiento s	R1	R2	R3	R4	Σ	X
T1	5,0	5,0	5,0	5,0	20,0	5,0
T2	5,0	5,0	5,0	5,0	20,0	5,0
T3	5,0	5,0	5,0	5,0	20,0	5,0
T4	4,0	4,0	4,0	4,0	16,0	4,0
T5	4,0	4,0	4,0	4,0	16,0	4,0
T6	4,0	4,0	4,0	4,0	16,0	4,0
T7	4,0	4,0	4,0	4,0	16,0	4,0
T8	4,0	4,0	4,0	4,0	16,0	4,0
T9	4,0	4,0	4,0	4,0	16,0	4,0
Σ	39,0	39,0	39,0	39,0	156,0	39,0
X	4,3	4,3	4,3	4,3		4,3

(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

Gráfico 2: Tiempo de fermentación final



(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

En la presente gráfica se puede observar que los tratamientos con mayor nivel de levadura; T3 (Var POJ – Levadura9gr/lt), T6 Var Caleña – Levadura9gr/lt)

Y T9 (Var Cenizosa – Levadura9gr/lt) son aquellos tratamientos que necesitan menos tiempo para el proceso fermentativo el cual lo hace con un tiempo de 4 días; seguido por los tratamiento T2 (Var POJ – Levadura6 gr/lt), T5 (Var Caleña – Levadura6 gr/lt) y T8 (Var Cenizosa – Levadura6 gr/lt) el proceso fermentativo de los tratamientos finaliza los en un tiempo de cinco días, y los tratamiento que más tiempo se toma para alcanzar la fermentación con los rangos óptimos son los tratamientos T1 (Var POJ - Levadura3 gr/lt) , T4 (Var Caleña - Levadura3 gr/lt) y T7 (Var Cenizosa - Levadura3 gr/lt) su proceso de fermentación necesita más tiempo debido a los niveles de levadura.

ADEVA de la variable tiempo de fermentación

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Días	36	1.00	1.00	0.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V	S.C	G	C	F	p-valor
		l	M		r
Modelo	8.00	1	0.73	S	Sd
TRATAMIENTOS	8.00	8	1.00	S	Sd
REPETICIONES	0.00	3	0.00	S	Sd
Error	0.00	2	0.00		
Total	8.00	3			
	0	5			

(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

3.3. Análisis estadístico de las variables

Al realizar el diseño estadístico de las investigación se considera dos factores principales: tres variedades de caña (POJ, Caleña, Cenizosa) y tres niveles de **levadura** (*Saccharomyces cerevisiae*). Conjuntamente se tomó en cuenta las siguientes variables cuantitativas que se evaluaron durante el proceso fermentativo: Ph, temperatura, acidez titulable, variabilidad de sólidos solubles (°Brix).

3.3.1. Análisis de la variable temperatura al finalizar el proceso de fermentación.

Para el análisis de la variable se toma en cuenta los datos finales que se tomaron en el proceso de fermentación cuando el fermento llega a los 7° Brix.

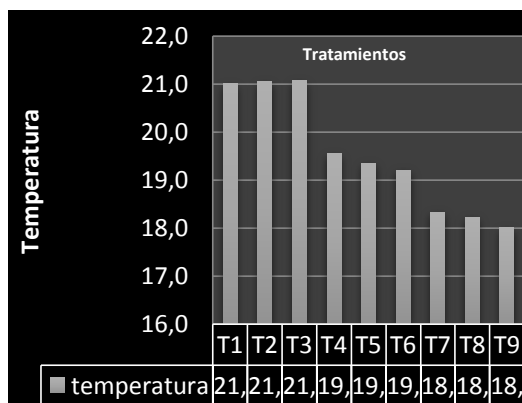
Se presenta a continuación los valores de la temperatura para cada tratamiento en la etapa final de la fermentación.

Cuadro 3: Datos finales de temperatura de fermentación

Datos finales de la fermentación TEMPERATURA						
	R1	R2	R3	R4	Σ	X
T1	21	21,2	21	20,8	84,0	21,0
T2	21,6	21,2	20,8	20,6	84,2	21,1
T3	21,7	21,3	21,1	20,2	84,3	21,1
T4	19,8	19,4	19,5	19,5	78,2	19,6
T5	19,7	19,3	19,2	19,2	77,4	19,4
T6	19,2	19,2	19,2	19,2	76,8	19,2
T7	18,8	18,2	18,2	18,1	73,3	18,3
T8	18,2	18,2	18,3	18,2	72,9	18,2
T9	18,0	18,0	18,0	18,0	72,0	18,0

(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

Gráfico 3: Datos finales de la temperatura



(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

El gráfico se muestran los valores promedios de la temperatura del proceso de fermentación correspondientes a cada tratamiento en estudio.

Para lo cual se considera que el tratamiento T9 es aquel tratamiento que presenta un valor mínimo en el proceso de fermentación por ende el de mayor concentración alcohólica a diferencia de los tratamientos T1, T2 y T3.

ADEVA de la variable temperatura de fermentación

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Temperatura	36	0,97	0,96	1,25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V	SC	gl	C M	F	p-valor
Modelo	51,00	1	4,6	77,36	<0,0001
TRATAMIENTOS	49,98	8	6,25	104,25	<0,0001
REPETICIONES	1,01	3	0,34	5,64	0,0045
Error	1,44	24	0,06		
Total	52,44	33			

(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

CV: 1,25%

□□: Significativo

** : Altamente significativo

NS: No significativo

Pruebas de significación para tratamientos mediante TUKEY (5%): Temperatura al final del proceso de fermentación.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,58838
Error: 0,0599 gl: 24

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E	TUKEY
Var Cenizosa - Levadura9gr...	18.00	4	0.12	A
Var Cenizosa - Levadura6	18.23	4	0.12	A
Var Cenizosa - Levadura3 ...	18.33	4	0.12	B
Var Caleña - Levadura9gr/l	19.20	4	0.12	B
Var Caleña - Levadura6 gr	19.35	4	0.12	B
Var Caleña - Levadura3 gr/..	19.55	4	0.12	B
Var POJ - Levadura3 gr/lt	21.00	4	0.12	C
Var POJ - Levadura6 gr/	21.05	4	0.12	C
Var POJ - Levadura9gr/lt	21.08	4	0.12	C

(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

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

Pruebas de significación para repeticiones mediante TUKEY (5%):

Temperatura al final del proceso de fermentación.

Test: Tukey Alfa=0, 05 DMS=0, 31835

Error: 0, 0599 gl: 24

REPETICIONES	Medias	n	E.E	TUKEY
R4	19.31	9	0.08	A
R3	19.48	9	0.08	A B
R2	19.56	9	0.08	A B
R1	19.78	9	0.08	B

(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

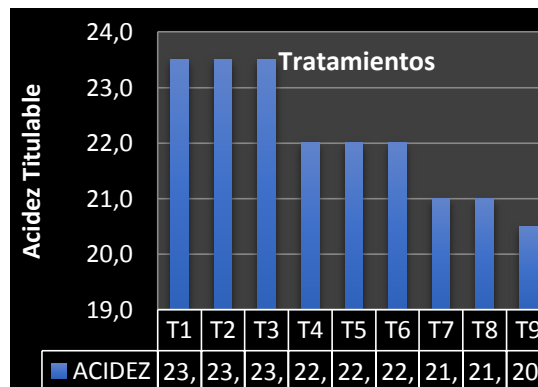
Comportamiento de las medias para la acidez al finalizar el proceso fermentativo.

Cuadro 4: Comportamiento de la acidez final

	R1	R2	R3	R4	Σ	X
T1	23,0	23,0	24,0	24,0	94,0	23,5
T2	23,0	24,0	23,0	24,0	94,0	23,5
T3	24,0	23,0	23,0	24,0	94,0	23,5
T4	22,0	22,0	22,0	22,0	88,0	22,0
T5	22,0	22,0	23,0	21,0	88,0	22,0
T6	22,0	22,0	22,0	22,0	88,0	22,0
T7	21,0	21,0	21,0	21,0	84,0	21,0
T8	21,0	21,0	21,0	21,0	84,0	21,0
T9	20,0	20,0	21,0	21,0	82,0	20,5

(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

Gráfico 4: Datos finales de la acidez



(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

En este gráfico se puede apreciar la acidez final del proceso fermentativo de los tratamientos, donde se obtiene que el T9 se presenta como más bajo con 20,5 a diferencia de los tratamientos T1, T2 y T3 los cuales presentan valores similares con 23,5.

ADEVA de la variable acidez de fermentación

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez	36	1.00	1.00	0.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V	S.C	gl	CM	F	p-valor
Modelo	46.22	11	4.20	Sd	Sd
TRATAMIENTOS	46.22	8	5.78	Sd	Sd
REPETICIONES	0.00	3	0.00	Sd	Sd
Error	0.00	24	0.00		
Total	46.22	35			

(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

CV: 0,0%

□ □: Significativo

** : Altamente significativo

NS: No significativo

Pruebas de significación para tratamientos mediante TUKEY (5%): acidez titulable al final del proceso de fermentación

Cuadro 5: Prueba de tukey para la acidez final por tratamientos

TRATAMIENTOS	Medias	Tukey
T9	20,50	A
T7	21,00	A B
T8	21,00	A B
T6	22,00	B
T5	22,00	B
T4	22,00	B
T1	23,50	C
T2	23,50	C
T3	23,50	C

(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

Pruebas de significación para REPETICIONES mediante TUKEY (5%): acidez titulable al final del proceso de fermentación

Cuadro 6: Prueba de tukey de la acidez para repeticiones

REPETICIONES	Medias	Tukey
A1R2	21,75	A
A1R1	21,88	A
A1R4	22,00	A
A1R3	22,13	A
A2R1	23,00	A B
A2R3	23,00	B
A2R4	24,00	B
A2R2	24,00	B

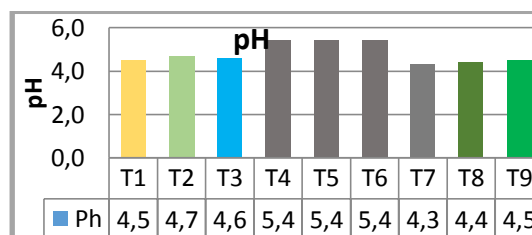
(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

Comportamiento de las medias para el pH al finalizar el proceso fermentativo.

Cuadro 7: Prueba de tukey de la acidez para repeticiones

Datos finales de la fermentación pH						
	R1	R2	R3	R4	Σ	X
T1	4,7	4,8	4,8	4,0	18,2	4,5
T2	4,5	4,7	4,8	4,8	18,7	4,7
T3	4,5	4,7	4,7	4,7	18,6	4,6
T4	5,4	5,4	5,4	5,4	21,6	5,4
T5	5,4	5,4	5,4	5,4	21,6	5,4
T6	5,4	5,6	5,3	5,4	21,6	5,4
T7	4,3	4,3	4,4	4,4	17,4	4,3
T8	4,4	4,4	4,4	4,4	17,7	4,4
T9	4,5	4,5	4,5	4,5	17,8	4,5

Gráfico 5: Datos finales de pH



(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

En este gráfico se puede evaluar el pH final promedio del proceso fermentativo de cada uno de los tratamientos, donde el T7 se presenta como más bajo (4,3) a diferencia de los tratamientos T4, T5 y T6 los mismos que son similares en el Ph con (5,4).

ADEVA de la variable Ph de fermentación

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	36	0.93	0.89	3.12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6.68	11	0.61	27.02	<0.0001
TRATAMIENTOS	6.62	8	0.83	36.78	<0.0001
REPETICIONES	0.07	3	0.02	1.00	0.4109
Error	0.54	24	0.02		
Total	7.22	35			

(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

CV: 3,12%

□□: Significativo

** : Altamente significativo

NS: No significativo

Pruebas de significación para tratamientos mediante TUKEY (5%): pH al final del proceso de fermentación.

Test: Tukey Alfa=0, 05 DMS=0, 36043

Error: 0, 0225 gl: 24

TRATAMIENTOS	Medias
Var Cenizosa - Levadura3	4.34
Var Cenizosa - Levadura6	4.43
Var Cenizosa - Levadura9gr	4.46
Var POJ - Levadura3 gr/lt	4.55
Var POJ - Levadura9gr/lt	4.65
Var POJ - Levadura6 gr/lt	4.66
Var Caleña - Levadura6 gr	5.39
Var Caleña - Levadura3 gr/..	5.40
Var Caleña - Levadura9gr/l	5.41

(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

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

Pruebas de significación para repeticiones mediante TUKEY (5%): pH al final del proceso de fermentación.

Test: Tukey Alfa=0, 05 DMS=0, 19502

Error: 0, 0225 gl: 24

REPETICIONES	Medias	N	E.E	TUKEY
R4	4.75	9	0.05	A
R1	4.78	9	0.05	A
R3	4.84	9	0.05	A
R2	4.86	9	0.05	A

(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

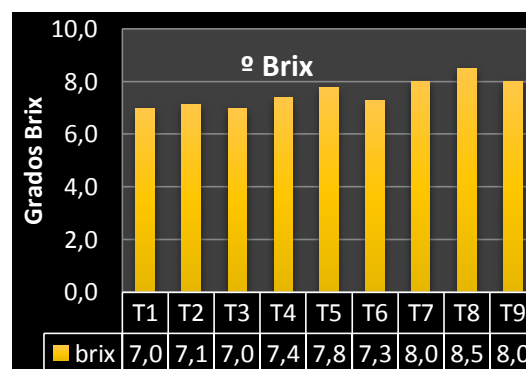
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Comportamiento de las medias para los Grados Brix al finalizar el proceso fermentativo.

Cuadro 8: Datos finales de los Brix

	R1	R2	R3	R4	Σ	X
T1	7,0	7,0	7,0	7,0	28,0	7,0
T2	7,0	7,0	7,5	7,0	28,5	7,1
T3	7,0	7,0	7,0	7,0	28,0	7,0
T4	7,0	7,0	7,5	8,0	29,5	7,4
T5	8,0	7,0	8,0	8,0	31,0	7,8
T6	7,1	8,0	7,0	7,0	29,1	7,3
T7	8,0	9,0	8,0	7,0	32,0	8,0
T8	9,0	9,0	8,0	8,0	34,0	8,5
T9	8,0	8,0	8,0	8,0	32,0	8,0

Gráfico 6: Datos finales de los ° Brix



En este gráfico podemos evaluar los Grados Brix de cada uno de los tratamientos en el proceso de fermentación, donde el T1 se presenta como más bajo (7) Grados Brix a diferencia del tratamiento T8, el cual es más elevado con 8,5 Grados Brix.

ADEVA de la variable Grados Brix de fermentación

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
° Brix	36	0.78	0.67	6.39

Pruebas de significación para repeticiones mediante TUKEY (5%): GRADOS

Test: Tukey Alfa=0, 05 DMS=0, 62092
Error: 0, 2280 gl: 24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18.99	11	1.73	5.57	<0.0001
TRATAMIENTOS	18.00	8	2.25	9.87	<0.0001
REPETICIONES	0.99	3	0.33	1.45	0.2525
Error	5.47	24	0.23		
Total	24.46	35			

REPETICIONES	Medias	n	E.E	TUKEY
R4	7.22	9	0.16	A
R1	7.46	9	0.16	A
R3	7.50	9	0.16	A
R2	7.69	9	0.16	A

(ALFREDO, 2013)

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

Análisis físico-químico y microbiológico del alcohol.

Se realiza con el objetivo de conocer las propiedades químicas del producto final, se realizó el análisis de Densidad, Acidez volátil, Grado alcohólico, aldehídos (como etanal), alcoholes superiores, metanol, congeres + esterres, PH, microbiología: (aerobios totales, coliformes totales, mohos y levaduras). Estos análisis se evaluaron únicamente al mejor tratamiento de cada variedad T3R1 (Var POJ – Levadura9gr/Lt, T5R3 (Var Caleña – Levadura6 gr/Lt), T7R1 (Var Cenizosa -- Levadura3 gr/Lt). Estos tratamientos fueron elegidos de acuerdo al rendimiento en volumen.

Los análisis se realizaron en el LABORATORIO SEIDLA en la ciudad de Quito, y los resultados se muestran a continuación:

Resultados del análisis físico químico T7R1 (Var Cenizosa - Levadura3 gr/Lt)

Cuadro 9: Análisis físico químico de T7R1 (Var Cenizosa -- Levadura3 gr/Lt).

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
PH	M.INTERNO	3,54
Grado alcohólico	INEN 340	GL	39
Acidez volátil (Acético)	INEN 341	g/100mL	0,5231
Esterres	INEN 342	mg/100mL	19,45
Aldehídos	INEN 343	mg/100mL	<0,010
Metanol	INEN 347	mg/100mL	0,125
Densidad	M.INTERNO	g/ml	0,9516
Congéneres	CÁLCULO	mg/100ml	18
Alcoholes superiores	INEN 345	mg/100ml	1,54

(SEIDLALABORATORY)

(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

CV: 6,32%

□□: Significativo

** : Altamente significativo

NS: No significativo

Pruebas de significación para tratamientos mediante TUKEY (5%): GRADOS BRIX al final del proceso de fermentación.

Test: Tukey Alfa=0, 05 DMS=1, 14760
Error: 0, 2280 gl: 24

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E	TUKEY
Var POJ – Levadura9gr/Lt	6.00	4	0.24	A
Var POJ - Levadura3 gr/Lt	7.00	4	0.24	A B
Var Caleña – Levadura6 gr/..	7.08	4	0.24	A B
Var POJ – Levadura6 gr/Lt	7.25	4	0.24	B
Var Caleña - Levadura3 gr/..	7.38	4	0.24	B C
Var Cenizosa – Levadura9gr...	8.00	4	0.24	B C
Var Cenizosa - Levadura3	8.00	4	0.24	B C
Var Caleña – Levadura9gr/L...	8.00	4	0.24	B C
Var Cenizosa – Levadura6	8.50	4	0.24	C

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

levaduras	1529-10		
-----------	---------	--	--

(SEIDLABORATORY)

**Resultado del análisis microbiológico T7R1 (Var
Cenizosa - Levadura3 gr/lit).**

**Cuadro 10: Análisis microbiológico de T7R1 (Var
Cenizosa -- Levadura3 gr/lit)**

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
Aerobios totales	INEN 1529-5	UFC/ml	<10
Coliformes totales	AOAC 991-14	UFC/ml	<10
Mohos y levaduras	INEN 1529-10	UPM/ml	<10

(SEIDLABORATORY)

**Cuadro 11: Análisis físico químico T3R1 (Var
Caleña-Levadura 6 gr/lit)**

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
PH	M.INTERNO	3,54
Grado alcohólico	INEN 340	GL	39
Acidez volátil (Acético)	INEN 341	g/100mL	0,5342
Esteres	INEN 342	mg/100mL	18,81
Aldehídos	INEN 343	mg/100mL	<0,010
Metanol	INEN 347	mg/100mL	0,008
Densidad	M.INTERNO	g/ml	0,9537
Congéneres	CÁLCULO	mg/100ml	18
Alcoholes superiores	INEN 345	mg/100ml	1,78

(SEIDLABORATORY)

**Resultado del análisis microbiológico T5R3 (Var
Caleña – Levadura6 gr/lit)**

**Cuadro 12: Análisis microbiológico de T3R1 (Var
Caleña-Levadura 6 gr/lit)**

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
Aerobios totales	INEN 1529-5	UFC/ml	<10
Coliformes totales	AOAC 991-14	UFC/ml	<10
Mohos y	INEN	UPM/ml	<10

**Resultados del análisis físico – químico T3R1 (Var
POJ – Levadura9gr/lit)**

**Cuadro 13: Análisis físico químico T3R1 (Var POJ
– Levadura 9 gr/lit)**

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
PH	M.INTERNO	3,46
Grado alcohólico	INEN 340	GL	39
Acidez volátil (Acético)	INEN 341	g/100mL	0,5291
Esteres	INEN 342	mg/100mL	19,12
Aldehídos	INEN 343	mg/100mL	<0,010
Metanol	INEN 347	mg/100mL	0,013
Densidad	M.INTERNO	g/ml	0,9539
Congéneres	CÁLCULO	mg/100ml	18
Alcoholes superiores	INEN 345	mg/100ml	1,4

(SEIDLABORATORY)

**Resultado del análisis microbiológico T3R1 (Var
POJ – Levadura9gr/lit)**

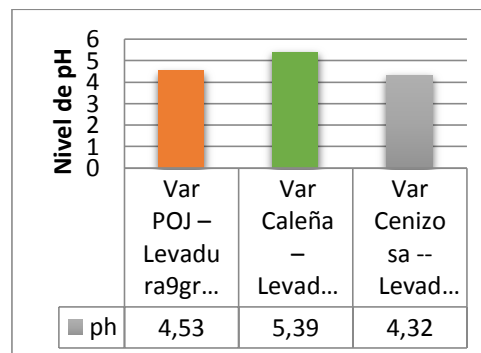
**Cuadro 14: Análisis físico químico T3R1 (Var POJ
– Levadura 9 gr/lit)**

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
Aerobios totales	INEN 1529-5	UFC/ml	<10
Coliformes totales	AOAC 991-14	UFC/ml	<10
Mohos y levaduras	INEN 1529-10	UPM/ml	<10

(SEIDLABORATORY)

**Potencial de Hidrógeno presente en las tres
muestras de los mejores tratamientos.**

Gráfico 7: Resultado del análisis del pH

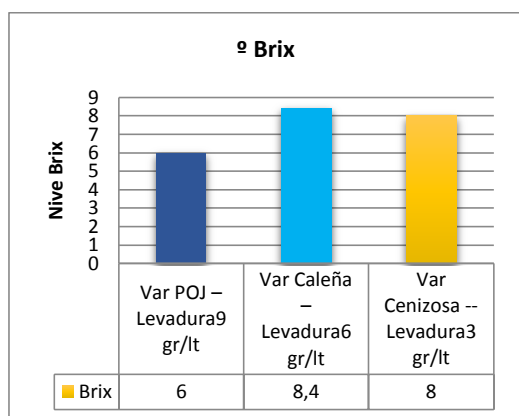


(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

En este gráfico se puede apreciar el pH en las tres muestras del alcohol etílico, obteniendo el pH más bajo de la variedad Cenizosa con un nivel levadura de 3g/L.

Sólidos totales presente en las tres muestras de los mejores tratamientos.

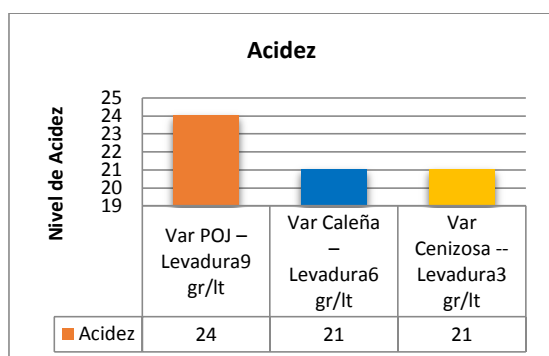
Gráfico 8: Resultados de los análisis de los ° Brix



(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

Acidez presente en las tres muestras de los mejores tratamientos.

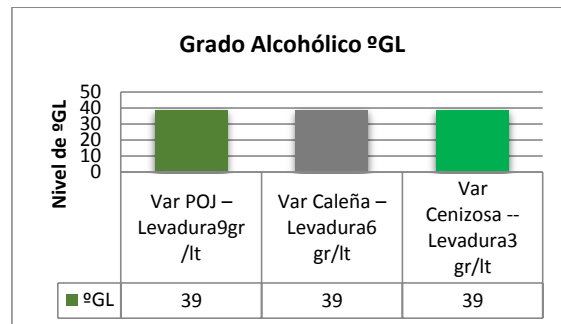
Gráfico 9: Resultados de la acidez analizados



(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

Grado alcohólico presente en las tres muestras de alcohol de los mejores tratamientos.

Gráfico 10: Resultados del grado alcohólico

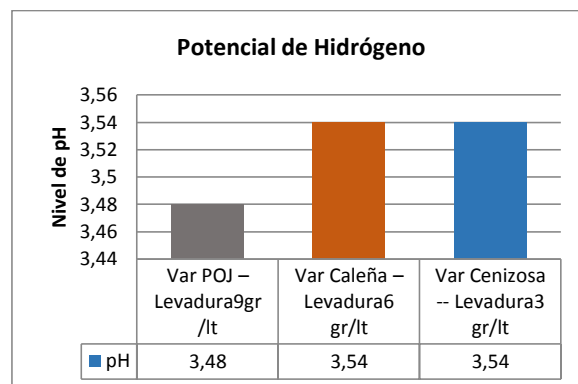


(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

Resultados obtenidos del laboratorio LABORATORIO SEIDLA de la ciudad Quito.

Potencial de hidrogeno de los tres mejores tratamientos.

Gráfico 11: Resultados de análisis del pH del laboratorio LABORATORIO SEIDLA

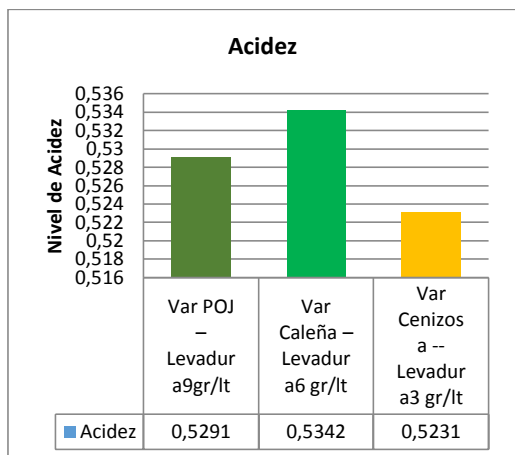


(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

En este gráfico se puede apreciar el pH de los tres mejores tratamientos de alcohol, donde se obtiene una pH más bajo del alcohol de la caña variedad POJ y la de la variedad caleña (Var Caleña – Levadura6 gr/Lt) con un pH de 3,54 similar al de la variedad cenizosa (Var Cenizosa -- Levadura3 gr/Lt); siendo mayores los pH al de la variedad POJ.

Acidez de los tres mejores tratamientos

Gráfico 12: Análisis de la acidez en el laboratorio LABORATORIO SEIDLA

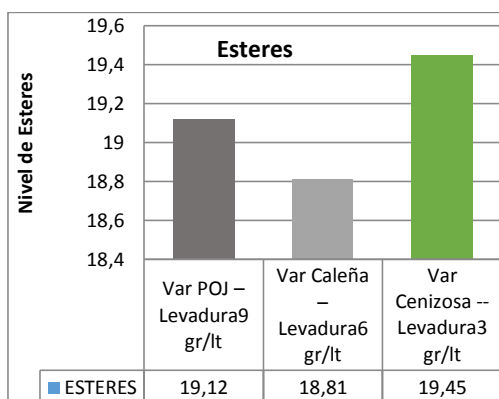


(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

este gráfico se puede apreciar la acidez de cada una de los mejores tratamientos del alcohol etílico, se observa que el alcohol de la variedad de caña cenizosa tiene acidez más baja (0,5231) seguida del alcohol de la variedad de caña POJ y con una cantidad más elevada se encuentra el alcohol de la variedad de caña cenizosa con (0,5342).

Esteres de los tres mejores tratamientos.

Gráfico 13: Análisis de esterres en el laboratorio LABORATORIO SEIDLA

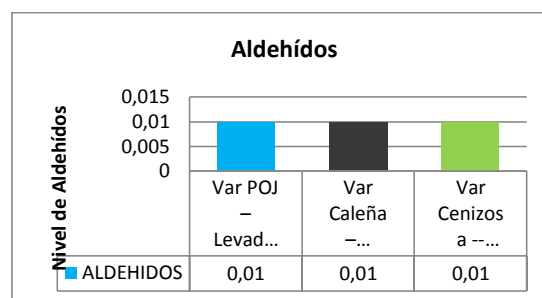


(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

En este gráfico se puede apreciar los estrés presentes en cada una de los mejores tratamientos del alcohol, se observa que el alcohol de la variedad de caña caleña es menor con (18,81) seguido de la variedad de caña POJ y con la cantidad más elevada se encuentra el alcohol de la variedad de caña cenizosa con (19,45).

Aldehídos de los tres mejores tratamientos

Gráfico 14: Análisis de aldehídos en el laboratorio LABORATORIO SEIDLA

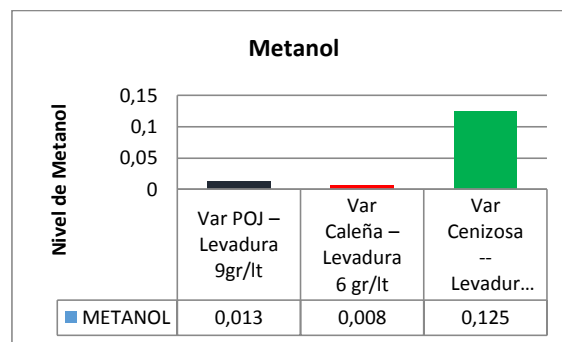


(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

En el presente gráfico se puede apreciar el nivel de aldehídos de los mejores tratamientos del alcohol de caña, se observa que el alcohol de las variedades (POJ, Caleña y Cenizosa) son similares con un valor de (<0,01).

Análisis de metanol de los tres mejores tratamientos

Gráfico 15: Análisis de presencia de metanol en el laboratorio LABORATORIO SEIDLA

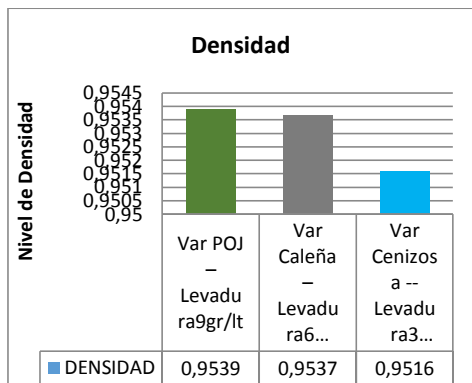


(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

En el presente gráfico se puede apreciar el metanol de cada uno de los mejores tratamientos del alcohol de caña, se observa que el alcohol de la variedad de caña caleña presenta una nivel más bajo con (0,008) seguido del alcohol de la variedad POJ y con la cantidad más elevada se encuentra el alcohol de la variedad cenizosa con (0,1).

Análisis de la Densidad de los tres mejores tratamientos

Gráfico 16: Análisis de la densidad en el laboratorio LABORATORIO SEIDLA



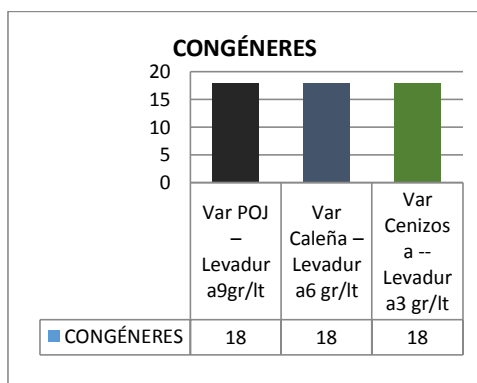
(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

En este gráfico se puede apreciar la densidad de cada uno de los tres mejores tratamientos del alcohol de caña, se observa que el alcohol de la variedad de caña cenizosa es más baja (0,9516) g/ml seguida de la variedad de caña caleña y con una cantidad más superior se encuentra el alcohol de la variedad POJ con (0,9539) g/ml.

Análisis de congéres de los tres mejores tratamientos

En este gráfico se puede apreciar los congéres de cada uno de los mejores tratamientos del alcohol de caña, se observa que las variedades (poj, Caleña, Cenizosa) son similares en sus resultados analizados con (18 mg/100ml).

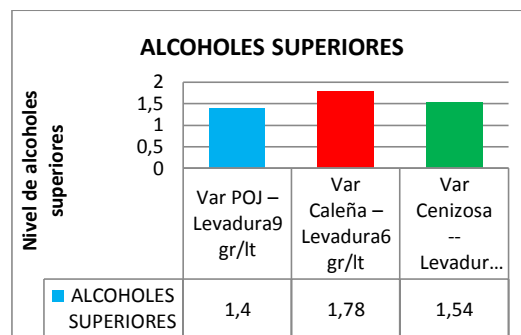
Gráfico 17: Análisis de congéres en el laboratorio LABORATORIO SEIDLA



(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

Análisis de alcoholes superiores de los tres mejores tratamientos

Gráfico 18: Análisis de alcoholes superiores en el laboratorio LABORATORIO SEIDLA

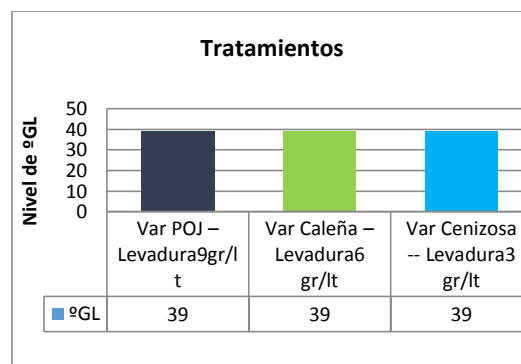


(ALFREDO, Medición de Temperatura del jugo de caña, 2013)

En este gráfico se puede apreciar los alcoholes superiores presentes en los tres mejores tratamientos de alcohol de caña, se observa que la el alcohol de la variedad de caña POJ presenta alcoholes superiores más bajos (1,4) seguido el alcohol de la variedad de caña cenizosa y con una cantidad más elevada de alcoholes superiores se presenta en el alcohol de la variedad de caña caleña con (1,78).

Análisis de los grados de alcohol presentes en los tres mejores tratamientos.

Gráfico 19: Análisis de los ° GL del alcohol en el laboratorio LABORATORIO SEIDLA



En este gráfico, se muestra el grado alcohólico de las tres muestras de los mejores tratamientos del alcohol de caña; el alcohol obtenido de la fermentación del jugo de caña se obtiene una concentración alcohólica de 39° GL, el cual es similar en los tres tratamientos de las variedades de caña (POJ, Caleña y Cenizosa).

4. CONCLUSIONES

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

- Se determinó que el tiempo de fermentación del jugo de caña depende de la temperatura del ambiente y el tipo de variedad de caña; con una relación inversamente proporcional entre la temperatura y el tiempo de fermentación, de igual manera entre el contenido de sólidos solubles y el tiempo de fermentación.
- Se concluye que la dosis de levadura influye en el tiempo de fermentación del jugo de caña y en la calidad del alcohol; a mayor dosis de levadura menor tiempo de fermentación; pero las características del alcohol; por ello tenemos que, el tratamiento T3 (Var POJ – Levadura9gr/l), T6 (Var Caleña – Levadura9gr/l) y T9 (Var Cenizosa – Levadura9gr/l) son los que finalizan su proceso fermentativo más rápido por tener dosis altas de levadura, lo hacen por alrededor de 4 días; a diferencia de los tratamientos que más se demoran en finalizar el proceso fermentativo tenemos T1 (Var POJ - Levadura3 gr/l), T4 (Var Caleña - Levadura3 gr/l) y T7 (Var Cenizosa - Levadura3 gr/l) lo hacen por alrededor de 6 días se presenta por poseer cantidades mínimas de levadura.
- Al evaluar la temperatura de fermentación del proceso fermentativo, se comprueba que la variedad de caña y la dosis de levadura influyen significativamente en esta variable; donde el factor A (variedad de caña se encontró que la variedad de caña Cenizosa realiza el proceso de fermentación a menor temperatura, a diferencia del factor B (nivel de levadura) se encontró que a mayor dosis de levadura es más elevado el proceso de fermentación.
- En la interacción de los factores (A X B) en la temperatura de fermentación indica que, el punto óptimo de temperatura se encuentra por los 18°C.
- Después de cada uno de los análisis se llega a concluir que a menor temperatura de fermentación mayor es la concentración alcohólica del proceso de fermentación.
- Mediante el análisis de SEIDLABORATORY Cía. Ltda. de la ciudad de Quito Ecuador los tratamientos T3R1, T5R3 Y T7R1 se logra 39 °GL del alcohol como producto final esto se debe a la temperatura utilizada en el proceso de destilación.
- Se determinó que, la variedad de caña influye significativamente en el valor del pH, teniendo así que, la variedad de caña POJ con los tres niveles de levadura presenta un pH bajo, lo que no sucede con las variedades de caña caleña y cenizosa.
- En cuanto al valor de la acidez titulable se establece que, la dosis de levadura influyen en esta variable al igual que la variedad de caña, teniendo en cuenta que la variedad de caña Cenizosa presenta baja acidez, a diferencia de las variedades POJ y caleña.
- En cuanto rendimiento de alcohol, se presentó que la variedad de caña Cenizosa alcanza un rendimiento de 71%, esto se debe a su contenido de sacarosa; seguido de la variedad de caña Caleña y POJ.

fermentaciones tradicionales . *Facultad de Biología*, 575.

5. RECOMENDACIONES

- Se propone aplicar los conocimientos presentados en la investigación como una alternativa en el área de procesamientos industriales, así de esta manera tratar de mejorar la calidad de industrialización de las variedades de caña del Noroccidente de Carchi.
- De acuerdo a la investigación, para la producción de alcohol se recomienda usar la variedad de caña (Cenizosa + Levadura3 gr/lit) por presentar alto rendimiento en volumen de alcohol.

BIBLIOGRAFIA

- Abana., L. (2008). Principios y conceptos Básicos. *Manejo de variedades y semilla de la caña de azúcar en la Agroindustria Aucaerera Cuba*, 17.
- Agro, L. d. (2010). El cultivo de la caña de azúcar. *Sembrando conocimientos - cosechando logros*, 1-8.
- Agropecuaria, E. (2001). *Producción Agrícola*. Bogotá - Colombia: Terranova.
- ALFREDO, G. (2013). *Medición de Temperatura del jugo de caña*. TULCAN.
- Almada, A. O. (2011). Ministerio de Agricultura y Ganadería CampañaAgrícola. *Caña de azúcar*, 15/17.
- Arellano, L. (2011). *Destilación de Alcohol*.
- Arias García, J. A. (V-2806-2009). Diversidad genética en las especies del complejo Saccharomyces en sustricto de
- Bermúdez, M. R. (2005). Uso de la biomasa cañera como alternativa para el incremento. 1-3.
- Braverman, J. (1980). *Introducción a la bioquímica de los alimentos*. México: El manual moderno.
- Burbano, O. (2010). *CORPOICA* . BOGOTA-COLOMBIA.
- Burbano, O. I. (2010). *CORPOICA*. Colombia - Bogotá: Produmedios.
- Carlos Crispert, J. C. (2006). *Eiclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería*. Barcelona - España: Oceano Centrun.
- Carolina Peña, C. C. (2011). Evaluación de la producción de dos cepas recombinantes y una comercial de Sacchoromyces serevisiae (Fungi: ascomycota) en melaza de caña de azúcar y mosotos de banano de rechazo de URABA, COLOMBIA. *Corporación para investigaciones biológicas*, 183-192.
- Castillo, R. O. (18 de Abril de 2013). Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador – CINCAE. *Caña de Azúcar: Cultivo para la sostenibilidad*, pág. 1.
- CHEMICAL, C. (2005). *Variedades 1*. Recuperado el Diciembre de 2011, de <http://www.cristal-chemical.com/maiz.htm>.
- De la Peña, E. (2006). *Vinos y licores*. Perú.
- DILLEWINJN, V. (1983). *Botánica y Fisiología de la caña de azúcar*. Cuba: Pueblo y Educación.

- Dr. José Íñiguez, I. (2010). *Revista Ingeniería Primero*. Montilla (Córdoba). España.: ISSN.
- Dr.C. J. A. CabreraI, M. R. (2010). *Cultivos Tropicales*. San José de las Lajas, La Habana, Cuba: INCA.
- Fermín Subiros. (2000). *Cultivo de caña de azúcar*. Costa Rica: Universidad Estatal Costa Rica.
- Ferreya, M. M. (noviembre 2009). Fermentación alcohólica de jugo de naranja con *Saccharomyces cerevisiae*. *Ciencias exactas*, 143-158.
- Flores, V., & Pedroza, J. (2006). *Germinación y Dormancia en semillas*. Bogotá - Colombia.
- Fraizier, W., & Westhoff, D. (2003). *Microbiología de los Alimentos*. Zaragoza - España: ACRIBIA S.A.
- Francisco Martín Armas1, I. Á. (2008). *Ministerio de Agricultura, Ganadería Acuacultura y Pesca (MAGAP)*. Morona Santiago.
- García, G., Quintero, R., & López, M. (2002). *Biotecnología Alimentaria*. México: Limusa.
- García, M., Quintero, R., & López, A. (2002). *Biotecnología Alimentaria*. México.
- Gonzáles, R. (1978). *Microbiología de las bebidas*. La Habana - Cuba.
- Hugo García, A. T. (2007). *Guía tecnológica para el manejo de integral del sistema productivo de la caña de panel*. Cundinamarca - Colombia: PROUMEDIOS.
- INFOAGRO. (2012). *Portal líder en agricultura*. Recuperado el Enero de 2012, de <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/nl/>
- J. A. Solís-Fuentes*, K. C.-Z.-d.-B. (2010). Desarrollo de jarabes fructosados de caña de azúcar. *Ciencia Tecnol. Ed (IMIQ)*, 54.
- Jesús E, P. (2010). Programa de Fabrica de CENICACaña. *Calidad de la Caña de azúcar*, 337/339.
- José O, V. (2004). *Diccionario de Alimentos*. Londres, 98 - Barcelona: C-E-D-E-L.
- LTDA., B. C. (2012). 14-35.
- M. Sc. Alexander Díaz, I. D. (2012). Dinámica del pProceso de extracción de jugo a compresión de la caña de azúcar para la producción de panela. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 2.
- M.Javier, E. R. (2012). *Composición Química y su relación en el proceso industrial/Estación experimental OBISPO COLOMBRES*. Tucuman-Argentina: EEAOC.
- Manrique, A. (1987). *El maíz en el Perú. Programa cooperativo de investigaciones en maíz*. Lima - Perú: CONCYTEC.
- María Rosalia, J. A. (2002). *Manual Agropecuario*. Bogotá - Colombia: Hogares Juveniles.
- Maridueña, M. (Viernes de Agosto de 2010). Noticias Ecuador. *El Nuevo precio de la caña endulza a los productores*, pág. 1.

- MENDDIATA, M. (2008). *Producción y procesamiento de la caña de azúcar*. Perú: RIPALME.
- obdulio, M. R. (2003). Catálogo de variedades de caña para la producción de panela en la Hoya del Río Suárez. Barobosa, Santander: La Bastilla Lta.,.
- Owen, F. (1982). *Introducción a la ciencia de los alimentos*. Barcelona - España.
- Pérez, L. (2010). *Fermentación Alcohólica*. Recuperado el Julio de 2012, de http://www.bedri.es/Libreta_de_apuntes/F/FE/Fermentacion_alcoholica.htm
- Potter, N., & Hotchkiss, J. (1999). *Ciencia de los alimentos*. Zaragoza - España: Acirbia S.A.
- Pozo, N., & Gallegos, L. (2006). *Tesis: Determinación de los Parámetros Óptimos en la Elaboración de una Bebida Alcohólica a Partir de Yuca*.
- QUEZADA, W. C. (2011). Obtención de alcohol a partir de jugo de caña, cachaza y melaza, mediante la incorporación de dos niveles de fermento (*saccharomyces cerevisiae*).
- Ramírez., E. (2010.). *DESTILACIÓN, TEORÍA Y TIPOS*. Montilla (Córdoba). España. : Copyright.
- Ray, B., & Arun, B. (2008). *Fundamentos de microbiología de los alimentos*. México.
- Rico, J. (02 de Julio de 2012). *BIOCARBURANTES. La producción mundial de etanol baja más de 500 millones de litros en 2011*, pág. 1.
- TOALA G. y ASTUDILLO, J. (2010). Proyecto de implementación de una planta productora de etanol en base a la caña de azúcar. *Producción de etanol*, 27-45.
- Universo, E. (27 de Febrero de 2006). *El Ecuador Requiere Etanol*, pág. 1.
- Verema. (2007). *LEVADURAS Y LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA (II)*. Recuperado el Mayo de 2012, de <http://www.verema.com/opinamos/tribuna/articulos/levaduras02.asp>
- www.facmed.unam. (2008). *ALCOHOLES. ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO*, 1.
- Zepeda, E. R. (2013). Avibert. *Tecnología Azucarera*, 1.
- Zuzvarregui Miro, A. (v-2720-2006). Caracterización fisiológica y molecular de cepas vínicas *saccharomyces sp*, influencia en su comportamiento durante la vinificación. *Deperatamento de Bioquímica y Biología Molecular*, 50-60.