

UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

**“PRODUCCIÓN Y DESTILACIÓN DE MOSTO DE MANZANA (VARIEDAD
SANTA LUCIA) PARA LA OBTENCIÓN DE CALVADOS “**

**Rosario Espín Valladares
AUTORA**

DIRECTORA DE TESIS: Dra. Lucía Yépez

ASESORES:

Ing. Marcelo Miranda

Dr. Alfredo Noboa

Ing. Hernán Cadena

Ibarra - Ecuador

2008

LUGAR DE LA INVESTIGACION: Residencia Particular

BENEFICIARIOS: Granja Agrícola Santa Lucía y productores de manzana.

APELLIDOS: Espín Valladares

NOMBRES: Rosario del Carmen

C. CIUDADANIA: 100273495-0

TELEFONO CONVENCIONAL: 2951-292

TELEFONO CELULAR: 097257612

E-mail: ross_vall@latinmail.com

DIRECCION:

Imbabura	Ibarra	Caranqui	Río Pita	2-11
PROVINCIA	CIUDAD	PARROQUIA	CALLE	NRO.

FECHA DE DEFENSA DE TESIS: 29 de Mayo del 2008

“PRODUCCIÓN Y DESTILACIÓN DE MOSTO DE MANZANA (VARIEDAD SANTA LUCIA) PARA LA OBTENCIÓN DE CALVADOS “

RESUMEN

Para la obtención de calvados usando como materia prima la manzana variedad Santa Lucia, el objetivo general fue producir y destilar mosto de manzana (variedad Santa Lucia) para la obtención de calvados; se probaron tres dosis de levadura *Saccharomyces cerevisiae*: 0.5, 1, 1.5 gramos/litro y también dos dosis de metabisulfito de potasio 0.15 y 0.25 gramos/litro durante el proceso de fermentación alcohólica.

Para el estudio estadístico se utilizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial A X B + 1, siete tratamientos y tres repeticiones; la unidad experimental correspondió a veinte y cinco litros de jugo de manzana; partiendo la fermentación con 13 ° Brix para todos los tratamientos. Se realizó el análisis funcional Tuckey al 5% para tratamientos y Diferencia Mínima Significativa para los factores estudiados.

Para determinar la calidad del producto, se evaluaron variables cuantitativas: (determinación de curvas de crecimiento de levaduras, variación de grados Brix, grado alcohólico del mosto, grado alcohólico del calvados, evaluación fisico-químico) y cualitativas: Aroma, color, sabor.

Con respecto a la determinación de curvas de crecimiento de levaduras y variación de grados Brix, se encontró que el tratamiento tres (1.5 gramos por litro de levadura, y 0.15 gramos por litro de metabisulfito) fue el que tuvo menor tiempo de fermentación (14 días) y una mayor cantidad de levaduras presentes en la fase estacionaria; los grados Brix disminuyeron de forma continua de acuerdo al paso del tiempo y el consumo de sustrato por parte de las levaduras; todos los tratamientos llegaron hasta 5° Brix, lo que indica el final de la fermentación. El tratamiento siete (sin adición de levadura ni metabisulfito) triplicó el tiempo de fermentación (47 días) respecto al tratamiento tres, sin embargo, la curva de crecimiento de levaduras fue normal, al igual que la disminución de grados Brix.

El grado alcohólico del calvados registró diferencia no significativa para tratamientos y para factores. El grado alcohólico se encuentra dentro de los parámetros de la norma INEN 366 (Norma para Brandy)

En la evaluación físico – química, se analizaron cinco aspectos: acetaldehídos, acetato de etilo, alcoholes superiores, furfural y metanol; presentando todos los tratamientos los niveles de tolerancia permitidos, de acuerdo con el INEN y su norma 366.

Del análisis de resultados se acepta la hipótesis alternativa que dice:

La cantidad de metabisulfito de potasio y el porcentaje de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* inciden en el tiempo de fermentación.

“PRODUCCIÓN Y DESTILACIÓN DE MOSTO DE MANZANA (VARIEDAD SANTA LUCIA) PARA LA OBTENCIÓN DE CALVADOS “

SUMMARY

To obtain calvados using as the raw material the apple variety Santa Lucia, the general objective was to produce and distil apple juice (variety Santa Lucia) to obtain calvados. Three doses of yeast *Saccharomyces cerevisiae* were tried out: 0.5, 1, 1.5 grams/litre and also two doses of potassium meta-bisulphite 0.15 and 0.25 grams/litre during the process of alcoholic fermentation.

For the statistic study, a Completely at Random Design was used with the factorial arrangement $A \times B + 1$, seven treatments and three repetitions. The experimental unit corresponded to twenty-five litres of apple juice starting the fermentation with 13° Brix for all the treatments. The functional analysis Tuckey was carried out at 5% for treatments and the Meaningful Minimum Difference for the studied factors.

To determine the quality of the product, quantitative variables were evaluated: (determination of the growth curves of the yeast, variation of degrees of Brix, degrees of alcohol in the juice, degrees of alcohol in the calvados, physical-chemical evaluation) and the qualitative ones: scent, colour, taste.

With regard to the determination of the growth curves of the yeast and the variation of the degree of Brix, it was found that treatment three (1.5 grams yeast per litre and 0.15 grams meta-bisulphite per litre) was the one with the best fermentation time (14 days) and the highest yeast quantity present at the stable stage; the degrees of Brix decreased continually with the time and the consumption of the substrate by the yeast; All the treatments came down to 5° Brix which shows the end of fermentation. Treatment seven (without addition of yeast or meta-bisulphite) triples fermentation time (47 days) with regard to treatment three, The growth curve of yeast, however, was normal as well as the decrease of degrees Brix.

For the alcohol degree of the juice, no important difference for the treatments was detected, neither for factors. The treatments T3, T6, T7 had the highest average. The alcohol degree of the calvados registered no important difference for treatments and factors. The alcohol degree is within the parameters of the INEN norm 366 (norm for Brandy).

In the physical-chemical evaluation, five aspects were analysed: acetic aldehyde, ethyl acetate, superior alcohols, furfural and methanol showing all the treatments the permitted tolerance levels according to INEN and its norm 366.

Due to the analysis of the results, the alternative hypothesis was accepted saying: The quantity of potassium meta-bisulphite and the percentage of yeast *Saccharomyces cerevisiae* impinge on fermentation time.

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIA PRIMA E INSUMOS

a) Materia prima:

- Manzana (variedad Santa Lucía)

b) Insumos:

- Agua potable
- Levadura *Saccharomyces cerevisiae*
- Metabisulfito de potasio
- Azúcar

Materiales y equipo de laboratorio

- Agitador
- Alambique tipo pera
- Alcoholímetro
- Balanza electrónica
- Botellas de vidrio 750 ml
- Cámara de recuento (Petroff-hausser)
- Cocina
- Cromatógrafo de gases
- Frascos plásticos para toma de muestra.
- Licuadora
- Microscopio óptico binocular
- Pipeta volumétrica de 1ml
- Probeta graduada de 100 ml
- Refractómetro
- Recipientes plásticos para fermentación
- Tapas rosca

FACTORES EN ESTUDIO

Factor A: Cantidad de Metabisulfito de potasio

- M1: 0.15 g/l
- M2: 0.25 g/l

Factor B: dosis de levadura *Saccharomyces cerevisiae*

- L1: 0.5 g/l levadura
- L2: 1 g/l levadura
- L3: 1.5 g/l levadura

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Tipo de Diseño

Para este estudio, se realizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial AXB+1, obteniendo de esta manera 7 tratamientos en total.

Características del experimento

➤ Número de tratamientos	7
➤ Número de repeticiones	3
➤ Unidades Experimentales	21

Análisis funcional

Se efectuaron las siguientes pruebas de significación

Para tratamientos: prueba de Tuckey al 5%

Para factores: Diferencia mínima significativa (DMS)

VARIABLES EVALUADAS

VARIABLES CUANTITATIVAS

En el mosto

- Determinación de curvas de crecimiento de levaduras.
- Variación de grados brix.
- Grado alcohólico del mosto.

En el calvados

- Grado alcohólico
- Evaluación físico-química

VARIABLES CUALITATIVAS

- Aroma
- Color
- Sabor

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

EVALUACIÓN FÍSICO- QUÍMICA

Resultado de Alcoholes Superiores

Tratamientos	Repeticiones			Σ	Media
	I	II	III		
T1	41.8	74.7	119.1	235.6	78.53
T2	74.1	71.3	87.5	232.9	77.63
T3	106.3	88.7	50.7	245.7	81.90
T4	72.5	71.7	44.8	189.0	63.00
T5	47.1	86.0	40.2	173.3	57.76
T6	55.6	62.8	77.0	195.4	65.13
T7	30.8	67.8	72.3	170.9	56.96
				1442.80	68.70

Análisis de varianza para: Alcoholes Superiores

F. de V	gl	SC	CM	FC	F. Tabular	
					5%	1%
Total	20	9725.12	-	-	-	-
Tratamientos	6	1959.47	326.57	0.55 NS	2.85	4.46
Cantidad de Metabisulfito	1	101.60	50.80	0.08 NS	4.60	8.86
Dosis de Levadura	2	1360.68	1360.68	2.29 NS	3.74	6.51
Factor C x D	2	14.95	7.47	0.01 NS	3.74	6.51
Testigo vs. otros	1	482.23	482.23	0.80 NS	4.60	8.86
Error experimental	14	7765.65	554.68	-	-	-

** = Altamente significativo

* = Significativo

NS = No significativo

X = 68.70

CV = 34.28%

Resultado de Furfural

Tratamientos	Repeticiones			Σ	Media
	I	II	III		
T1	1.2	1.3	1.6	4.1	1.36
T2	1.1	1.1	1.0	3.2	1.06
T3	1.0	1.0	1.0	3.0	1.00
T4	1.2	1.2	1.1	3.5	1.16
T5	1.0	1.0	1.0	3.0	1.00
T6	1.1	1.4	1.0	3.5	1.16
T7	1.1	1.2	1.1	3.4	1.13
				23.70	1.12

Análisis de varianza para: Furfural

F. de V	gl	SC	CM	FC	F. Tabular	
					5%	1%
Total	20	0.48	-	-	-	-
Tratamientos	6	0.28	0.04	3.34 *	2.85	4.46
Cantidad de Metabisulfito	1	0.18	0.09	9.05 **	4.60	8.86
Dosis de Levadura	2	0.00	0.00	0.50 NS	3.74	6.51
Factor C x D	2	0.10	0.05	5.16 *	3.74	6.51
Testigo vs. otros	1	0.00	0.00	0.94 NS	4.60	8.86
Error experimental	14	0.20	0.01	-	-	-

** = Altamente significativo
 * = Significativo
 NS = No significativo

X = 1.12
CV = 8.92%

Resultado de Metanol

Tratamientos	Repeticiones			Σ	Media
	I	II	III		
T1	3.7	4.8	10.2	18.7	6.23
T2	3.4	4.1	4.6	12.1	4.03
T3	5.4	6.5	4.3	16.2	5.40
T4	5.8	9.6	5.2	20.6	6.86
T5	3.2	4.0	2.7	9.9	3.30
T6	3.2	4.0	4.0	11.2	3.73
T7	2.6	5.4	4.0	12.0	4.00
				100.7	4.79

Análisis de varianza para: Metanol

F. de V	gl	SC	CM	FC	F. Tabular	
					5%	1%
Total	20	77.84	-	-	-	-
Tratamientos	6	33.90	5.65	1.95 NS	2.85	4.46
Cantidad de Metabisulfito	1	26.11	13.05	4.21 NS	4.60	8.86
Dosis de Levadura	2	1.56	1.56	0.50 NS	3.74	6.51
Factor C x D	2	4.01	2.0	0.64 NS	3.74	6.51
Testigo vs. otros	1	2.21	2.21	0.71 NS	4.60	8.86
Error experimental	14	43.94	3.10	-	-	-

** = Altamente significativo
 * = Significativo
 NS = No significativo

X = 4.79
CV = 36.75%

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Con respecto a la determinación de curvas de crecimiento de levaduras y variación de grados Brix, se encontró que el tratamiento 3 (1.5 gramos por litro de levadura, y 0.15 gramos por litro de metabisulfito) fue el que tuvo menor tiempo de fermentación y una mayor cantidad de levaduras presentes en la fase estacionaria; los grados Brix disminuyeron de forma continua de acuerdo al paso del tiempo y el consumo de sustrato.
- En lo referente a los análisis físico químicos del producto terminado, se concluye que, la presencia de congéneres son metabolitos secundarios propios de la fermentación alcohólica, mismos que se encuentran dentro de los rangos permitidos de la norma INEN 366, siendo segura la ingesta para el ser humano.
- El grado alcohólico del producto se encuentra entre 39.6 y 42.6 °GL siendo fruto de una sola destilación, es decir, que es un producto no rectificado que conserva las características propias de la fruta de la cual proviene.
- Del análisis organoléptico, se concluye que el mejor tratamiento para las características evaluadas: color, olor, sabor es la muestra dos que corresponde al tratamiento cinco.
- La manzana usada en esta investigación; organolépticamente es buena, y se confirma su calidad por cuanto se puede fermentar sin usar un cultivo iniciador, aspecto importante, ya que en la actualidad por el excesivo uso de plaguicidas y químicos en general usados en la mayoría de cultivos dificulta dicho proceso.
- Por lo tanto, se concluye que el mejor tratamiento para la investigación: **“Producción y destilación de mosto de manzana (variedad Santa Lucia) para la obtención de calvados “** fue el T5 (1.0 g/l de levadura y 0.25 g/l de metabisulfito) con las siguientes características:

		Norma INEN 366
Tiempo de fermentación:	25 días	
Grado alcohólico del mosto:	4.2 ° GL	
Grado alcohólico del producto:	42.6 ° GL	38 – 45 °GL
Rendimiento	12 %	
Volumen cuerpo obtenido	3000 ml	
Total congéneres:	90.3 mg/100ml	57 – 450 mg/100ml

Se acepta la hipótesis alternativa que dice:

La cantidad de metabisulfito de potasio y el porcentaje de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* inciden en el tiempo de fermentación.

Recomendaciones

- ❖ La manzana usada para la producción de calvados, no debe ser ni tierna ni sobre madura, debido que afectaría al proceso de fermentación; de tal manera que la fruta debe encontrarse en estado medio de maduración.

- ❖ Para la fermentación del mosto, se recomienda usar otro tipo de levadura o enzima como también probar con temperaturas mayores a la del medio ambiente para de ésta manera disminuir tiempos de fermentación.
- ❖ Durante la destilación se recomienda, prolijidad en cuanto a la temperatura de calentamiento, puesto que mientras más baja sea, se dará mayor oportunidad a la separación de los diferentes tipos de compuestos presentes en este proceso, y por lo tanto, mayor control; con lo cual se obtendrá un producto de mejor calidad.
- ❖ Si en futuras investigaciones de destilación, se usaría frutas ácidas, se recomienda usar un equipo destilador construido de acero inoxidable para evitar corrosión del material; puesto que el cobre no es el material más apropiado para dicho propósito.
- ❖ Antes de cada destilación, se recomienda, destilar primero agua para así limpiar la tubería del equipo de posibles contaminantes.
- ❖ Para disminuir pérdidas de producción, se recomienda usar las partes del fraccionamiento de la destilación es decir: cabeza y colas como solventes orgánicos; las colas se pueden usar para la limpieza de botellas.
- ❖ Para la producción industrial de calvados, se recomienda usar fermentación continua, es decir, tomar cepas de la fase estacionaria y que éstas sean iniciadoras de otro fermento, acortando significativamente el tiempo de fermentación.
- ❖ Se recomienda la industrialización de calvados, ya que existe producción de manzana en nuestro medio y lo más importante; no se conoce que Ecuador produzca este tipo de licor.

BIBLIOGRAFIA

1. BETANCOURT. R. (2001). Guía de Operaciones Unitarias III.
2. CONRADO M, COALDMAW. Fabricación Casera de Licores. Editorial de Vecchi S.A. Barcelona 1985
3. Editorial. UNM. Manizales p.30-35
4. Biblioteca Práctica Agrícola y Ganadera (1984). Práctica de cultivos Tomo III. Editorial Océano p. 128
5. EARLE, R. (1979). Ingeniería de los Alimentos Editorial Acibia p. 223.
6. ENCICLOPEDIA SALVAT (1980) Como funciona Salvat p.43-46
7. ENCICLOPEDIA ENCARTA (2007)
8. GEANKOPLIS, Ch (1986) Procesos de Transporte CECSA p.557.
9. GONZÁLEZ, E Y JOVER J. (2002) Alternativas Tecnológicas para la Producción de Bioetanol. CYTEDAECY.
10. VERVINA, N. (1988) Microbiología de las Producciones Alimentarias. Editorial Agro Moscú, México.
11. <http://frutas.consumer.es/documentos/frescas/manzana/intro.php>
12. http://bedri.webcindario.com/Libreta_de_apuntes/M/MA/Manzano.htm
13. <http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/guia-alimentos/frutas-y-derivados/2004/09/02/108242.php>
14. <http://www.unavarra.es/genmic/microgral/Tema%202002.%20Cultivo%20de%20microorganismos.pdf>