

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA ALIMENTOS



**OBTENCION DE SIDRA NATURAL DE MANZANA
(VARIEDAD ANNA)**

Por:

ALEXANDER HUARACHI CARI

Proyecto de grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO” como requisito para optar el grado académico de licenciatura en ingeniería en alimentos.

Mayo, 2018

Tarija - Bolivia

VºBº

Msc. Ing. Ernesto Alvares G.

**Decano
Facultad de Ciencias y
Tecnología**

Msc. Lic. Elizabeth Castro F.

**vicedecana
Facultad de Ciencias y
Tecnología**

Ing. Jesús Zamora G.

Director de biotecnología y ciencia de los alimentos

MSc Ing. Erick Ramírez R.

Docente guía

DEDICATORIA

A mis padres: Clemente y Carolina por el apoyo incondicional que me brindaron su apoyo tanto moral y económicamente para seguir estudiando y lograr el objetivo trazado para un futuro mejor y por el ejemplo de fortaleza que me dieron siempre.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haber sido mi fortaleza en momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes.

A mi docente asistencial Ing. Patricia Castillo y docente guía Ing. Erick Ramírez gracias por su tiempo apoyo y su sabiduría que me transmitieron en mi desarrollo de mi formación profesional.

A todos los docentes de la carrera por su invaluable sabiduría en la formación de nuevos profesionales.

ÍNDICE
CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1	Antecedentes	1
1.2	Justificación.....	2
1.3	Objetivos	3
1.3.1	Objetivo general	3
2.3.2	Objetivos específicos	3
1.4	Planteamiento del problema	4
1.5	Formulación del problema	4
2.6	Formulación de hipótesis	4

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1	Origen de la manzana	5
2.2	Taxonomía de la planta de manzana	5
2.2.1	Descripción de la planta de manzana	5
2.2.2	Raíz	6
2.2.3	Tallo	6
2.2.4	Hojas	6
2.2.5	Flores	6
2.2.6	Fruto y semilla	6
2.3	Estructura morfológica de la manzana	6
2.3.1	Epicarpio	7
2.3.2	Mesocarpio.....	7
2.3.3	Endocarpio	7
2.3.4	Semillas.....	8
2.4	Cultivo a nivel regional	8
2.5	Exigencias climáticas de la planta de manzana	9
2.5.1	Clima	9
2.5.2	Temperatura.....	9
2.6	Composición fisicoquímica de la manzana.....	9

2.7	Beneficios para la salud que proporciona la manzana	10
2.8	Sidra	10
2.9	Tipos de sidra	11
2.9.1	Sidra dulce	11
2.9.2	Sidra de hielo	11
2.9.3	Sidra gasificada.....	11
2.9.4	Sidra de nueva expresión.....	11
2.10	Fermentación alcohólica.....	11
2.11	Cinética de la fermentación	12
2.12	Factores a controlar en la elaboración de fermentado de sidra natural de manzana.....	13
2.12.1	Temperatura	13
2.12.2	Oxígeno (aire).....	14
2.12.3	Grado alcohólico	14
2.12.4	Acidez del medio	15
2.12.5	Nutrientes	15
2.11	Descripción de los insumos para la elaboración de sidra natural de manzana	16
2.11.1	Levadura (<i>sacharomyces cerevisiae</i>)	16
2.11.2	Metabisulfito de potasio (e-224)	17
2.12.3	Ácido ascórbico (e-300).....	17
2.12.4	Bentonita	18
2.13	Norma para la elaboración de sidra de manzana.....	18
2.14	Diagrama base para la elaboración de sidra natural de manzana	19
2.15	Descripción del proceso base de producción de sidra natural de manzana.....	20
2.15.1	Materias prima.....	20
2.15.2	Lavado selección	20
2.15.3	Extracción	20
2.15.4	Enfriado	20
2.15.5	Fermentación	20

2.15.6	Trasiego	21
2.15.7	Filtrado	21
2.15.8	Envasado	21
2.15.9	Sellado	21

CAPÍTULO III

PARTE EXPERIMENTAL

3.1	Introducción.....	22
3.2	Descripción de los equipos, materiales, materia prima e insumos	22
3.2.1	Balanza analítica digital.....	22
3.2.2	Refractómetro ABBE	23
3.2.3	Bomba de vacío	23
3.2.4	Extractor de jugo	24
3.2.5	pH-metro	25
3.3	Descripción de los materiales de laboratorio.....	25
3.4	Descripción de la materia prima (manzana)	26
3.4.1	Reactivos e insumos	26
3.5	Descripción del proceso de elaboración de sidra natural de manzana variedad Anna.....	27
3.5.1	Selección y clasificación.....	28
3.5.2	Lavado.....	28
3.5.3	Pesado	28
3.5.4	Descorazonado	28
3.5.5	Extracción.....	28
3.5.6	Decantación	28
3.5.7	Acondicionamiento	29
3.5.8	Levadura activada	29
3.5.9	Fermentación alcohólica.....	30
3.5.10	Primer trasiego	30
3.5.11	Clarificado	31
3.5.12	Segundo trasiego	31
3.5.13	Filtrado	31

3.5.14	Embotellado	32
3.5.15	Almacenado	32
3.6	Metodología para la obtención de resultados.....	32
3.6.1	Análisis fisicoquímico de la materia prima	32
3.6.2	Análisis fisicoquímico del producto final	33
3.7	Análisis sensorial.....	33
3.7.1	Evaluación sensorial para elegir la muestra final	33
3.8	Diseño experimental.....	33
3.8.1	Diseño experimental 2 ^k	34
3.8.2	Diseño experimental 2 ^k en la etapa de fermentación alcohólica	34

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Caracterización de la materia prima (manzana).....	36
4.1.1	Características fisicoquímicas de la materia prima	36
4.2	Evaluación sensorial final para determinar las propiedades organolépticas de la sidra de manzana.....	36
4.2.1	Evaluación sensorial final para determinar el atributo aroma de la sidra natural de manzana	36
4.2.2	Prueba estadística de la evaluación sensorial final para determinar el atributo aroma en la sidra de manzana	38
4.2.3	Evaluación sensorial final para determinar el atributo aspecto (limpidez) de la sidra natural de manzana	38
4.2.4	Prueba estadística de la evaluación sensorial final para determinar el atributo aspecto en la sidra de manzana	40
4.2.5	Evaluación sensorial final para determinar el atributo color de la sidra natural de manzana	40
4.2.6	Prueba estadística de la evaluación sensorial final para determinar el atributo color en la sidra de manzana.....	42
4.3	Evaluación sensorial final para determinar las propiedades organolépticas del producto terminado.....	42
4.3.1	Prueba estadística de la evaluación sensorial final para determinar	

las propiedades organolépticas del producto terminado	44
4.4 Diseño factorial al azar en la etapa de fermentación alcohólica.....	44
4.5 Características fisicoquímicas del producto terminado	45
4.6 Balance de materia en el proceso de elaboración de sidra natural de manzana.....	46
4.6.1 Balance de materia en la etapa de lavado	47
4.6.2 Balance de materia en la etapa de descorazonado	48
4.6.3 Balance de materia en la etapa de pre-tratamiento.....	48
4.6.4 Balance de materia en la etapa de preparación de la solución antioxidante	49
4.6.5 Balance de materia en la etapa de extracción.....	50
4.6.6 Balance de materia en la etapa de decantación.....	51
4.6.7 Balance de materia en la etapa de dilución.....	51
4.6.8 Balance de materia en la etapa de acondicionado.....	52
4.6.9 Balance de materia en la etapa de fermentación alcohólica	53
4.6.10 Balance de materia en la etapa de 1º trasiego	55
4.6.11 Balance de materia en la etapa de clarificado.....	56
4.6.12 Balance de materia en la etapa de 2º trasiego	56
4.6.13 Balance de materia en la etapa de filtrado	57
4.7 Resumen del balance de materia en el proceso de elaboración de sidra natural de manzana	58
4.8 Balance de energía en el proceso de elaboración de sidra natural de manzana.....	59
4.8.1 Balance de energía en la etapa de extracción	59
4.8.2 Balance de térmico en la etapa de fermentación alcohólica.....	60

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	62
5.2 Recomendaciones.....	63
Bibliografía	64
Anexos	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Producción de manzana en el departamento de Tarija	2
Tabla 2.1 Variedad de manzanas producida en el departamento de Tarija ...	9
Tabla 2.2 Composición fisicoquímica de la manzana variedad Anna.....	10
Tabla 2.3 Características de la sidra de manzana sin gas según CODEX...	18
Tabla 3.1 Descripción del material de laboratorio	26
Tabla 3.2 Insumos y reactivos utilizados en la elaboración de sidra	26
Tabla 3.3 propiedades fisicoquímicas de la materia prima, manzana variedad Anna	32
Tabla 3.4 Propiedades fisicoquímicas del producto terminado	33
Tabla 3.5 Niveles de variación de los factores para la fermentación alcohólica en la elaboración de sidra natural de manzana	34
Tabla 3.6 Propiedades fisicoquímicas del producto terminado	35
Tabla 3.7 Diseño factorial para las variables en el proceso de fermentación alcohólica.....	35
Tabla 4.1 Propiedades fisicoquímicas de la materia prima, manzana variedad Anna	36
Tabla 4.2 Evaluación sensorial final para el atributo aroma	37
Tabla 4.3 Análisis de varianza de la evaluación sensorial final del atributo aroma	38
Tabla 4.4 Evaluación sensorial final para el atributo aspecto (limpidez)	39
Tabla 4.5 Análisis de varianza de la evaluación sensorial final del atributo aspecto (limpidez)	40
Tabla 4.6 Evaluación sensorial final para el atributo color	41
Tabla 4.7 Análisis de varianza de la evaluación sensorial final del atributo color	42
Tabla 4.8 Evaluación sensorial final del producto terminado	43
Tabla 4.9 Análisis de varianza de la evaluación sensorial final del atributo color	44
Tabla 4.10 Control de °Baumé en función del tiempo durante la etapa de fermentación alcohólica	45

Tabla 4.11 Análisis de varianza (ANVA) en la etapa fermentación alcohólica.....	45
Tabla 4.12 Propiedades fisicoquímicas del producto terminado	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Estructura morfológica de la manzana	7
Figura 2.2 Departamento de Tarija.....	8
Figura 2.3 Glucosa consumida en función del tiempo.....	13
Figura 2.4 Temperatura en relación a la tolerancia de etanol en un medio mineral con vitaminas y glucosa	14
Figura 2.5 Grado alcohólico en función del tiempo	14
Figura 2.6 Densidad en función del tiempo	15
Figura 2.7 Glucosa y fructosa en función del tiempo.....	16
Figura 2.8 Proceso para la elaboración de sidra a partir de manzana	19
Figura 3.1 Balanza analítica digital.....	22
Figura 3.2 refractómetro ABBE	23
Figura 3.3 Bomba de vacío	24
Figura 3.4 Extractora de jugo	24
Figura 3.5 pH-metro	25
Figura 3.6 Manzana variedad Anna	26
Figura 3.7 Proceso de elaboración de sidra natural de manzana variedad Anna	27
Figura 3.8 Equipo fermentador.....	30
Figura 3.9 1º Trasiego.....	31
Figura 4.1 Evaluación sensorial final para el atributo aroma	37
Figura 4.2 Evaluación sensorial final para el atributo aspecto (limpidez)	39
Figura 4.3 Evaluación sensorial final para el atributo color	41
Figura 4.4 Atributo sensorial final para el producto terminado	43
Figura 4.5 Balance de materia para el proceso de elaboración de sidra natural de manzana	46
Figura 4.6 Balance de materia en la etapa de lavado	47
Figura 2.7 Balance de materia en la etapa de descorazonado	48

Figura 4.8 Balance de materia en la etapa de pre-tratamiento.....	48
Figura 4.9 Balance de materia en la etapa de extracción	50
Figura 4.10 Balance de materia en la etapa de decantación	51
Figura 4.11 Balance de materia en la etapa de dilución.....	51
Figura 4.12 Balance de materia en la etapa de acondicionamiento	52
Figura 4.13 Balance de materia en la etapa de fermentación	53
Figura 4.14 Balance de materia en la etapa de primer trasiego	55
Figura 4.15 Balance de materia en la etapa de clarificado.....	56
Figura 4.16 Balance de materia en la etapa de segundo trasiego	57
Figura 4.17 Balance de materia en la etapa de filtrado	57
Figura 4.18 Resumen del balance de materia.....	58