

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

“EXTRACCION DE INULINA A PARTIR DEL YACON”

Por:

Univ. Gimena Mogro Velásquez

**Modalidad de graduación Proyecto de grado, Modalidad “Investigación
Aplicada”**

**Presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN
MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de
Licenciatura en Ingeniería Química**

Febrero de 2014

TARIJA-BOLIVIA

VºBº

Nombre del Decano (a)
DECANO (a)

Nombre del Vicedeano(a)
VIDECANO (a)

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

NOMBRE COMPLETO TRIBUNAL 1

NOMBRE COMPLETO TRIBUNAL 2

NOMBRE COMPLETO TRIBUNAL 3

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

Dedicatoria:

Mi trabajo de tesis se lo dedico: A ti Papito, que tienes algo de Dios por la inmensidad de tu amor y mucho de ángel por ser mi guarda y por tus incansables cuidados.

Porque si hay alguien que está detrás de todo este trabajo, eres tú mi Negrito, que has sido, eres y serás el pilar de mi vida.

A ti Mamita, por tu incondicional apoyo, tanto al inicio como al final de mi carrera; por estar pendiente de mí a cada momento.

Gracias mami, por ser ejemplo de arduo trabajo y tenaz lucha en la vida.

A ti hermanito, por el incondicional abrazo que me motiva y recuerda que detrás de cada detalle existe el suficiente alivio para empezar nuevas búsquedas.

A ti tío Omar, porque siempre estas pendiente de mí, y valoro mucho tu apoyo y cariño.

ÍNDICE

	Página
Advertencia	i
Resumen	ii

INTRODUCCIÓN

Antecedentes	1
Objetivos	4
Objetivo General	4
Objetivos Específicos	4
Justificación	4

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

1.1 El yacón	6
1.2 Origen	7
1.3 Taxonomía	8
1.4 Descripción botánica	9
1.4.1 La raíz	10
1.4.2 La cepa o corona	10
1.4.3 El tallo	11
1.4.4 La hoja	12
1.4.5 La inflorescencia	13
1.5 Nombres comunes	13
1.6 Distribución geográfica	14
1.6.1 El cultivo del yacón en Tarija	15
1.7 Composición química del yacón	16
1.7.1 Inulina y Fructooligosacaridos	18
1.7.2 El pardeamiento enzimático	20
1.7.3 Consumo y usos del yacón	21
1.8 La Inulina	22
1.8.1 Aplicaciones	25
1.8.1.1 Usos industriales	25
1.8.1.2 Usos alimentarios	25
1.8.1.3 Usos médicos y terapéuticos	25
1.9 Método de extracción	26
1.9.1 Hidrólisis ácida	26
1.10 Técnica de elaboración de la miel de yacón	27
1.10.1 Selección de materia prima	28
1.10.2 Lavado y desinfección de la materia prima	28
1.10.3 Pelado de las raíces	28
1.10.4 Extracción del zumo	28
1.10.5 Control del pardeamiento	29
1.10.6 Filtración del zumo	29

1.10.7	Concentración del zumo	30
1.10.8	Envasado	30
1.11	Características de la miel de yacón	31
1.12	Características de los reactivos utilizados.....	32
1.12.1	El ácido ascórbico	32
1.12.2	El ácido cítrico	32
1.13	Características de los análisis de control.....	33
1.13.1	Análisis fisicoquímicos	33
1.13.2	Análisis microbiológico	34
1.13.3	Análisis sensorial	35
1.14	Diseño experimental	35
1.14.1	Diseño factorial	35

CAPITULO II

PARTE EXPERIMENTAL

2.1	Generalidades.....	36
2.2	Descripción de equipos, materiales, materia prima y reactivos	36
2.2.1	Equipos.....	36
2.2.1.1	Evaporador rotativo.....	36
2.2.1.2	Bomba de vacío.....	38
2.2.1.3	Balanza analítica electrónica.....	39
2.2.1.4	Medidor de pH digital	40
2.2.1.5	Refractómetro digital	41
2.2.1.6	Extractor de zumo	42
2.2.2	Materiales	42
2.2.3	Materia prima y reactivos	43
2.3	Descripción de la elaboración de la miel de yacón.....	44
2.3.1	Adquisición de materia prima.....	45
2.3.2	Clasificación.....	46
2.3.3	Lavado.....	46
2.3.4	Secado	47
2.3.5	Pelado	47
2.3.6	Troceado.....	48
2.3.7	Extracción.....	48
2.3.8	Filtración	49
2.3.9	Inactiva de enzimas	49
2.3.10	Concentración	50
2.3.11	Envasado	51
2.3.12	Almacenado.....	51
2.4	Diseño factorial	51
2.5	Procedimiento y técnicas utilizados para la obtención de los resultados	53
2.5.1	Análisis de propiedades de la materia prima	53
2.5.1.1	Análisis de propiedades físicas de la materia prima.....	54
2.5.1.2	Análisis de propiedades fisicoquímicas de la materia prima.....	54
2.5.1.3	Análisis de propiedades microbiológicos de la materia prima.....	55

2.5.2	Análisis de propiedades del producto obtenido.....	55
2.5.2.1	Análisis de propiedades físicas del producto.....	55
2.5.2.2	Análisis de propiedades fisicoquímicas del producto.....	55
2.5.2.3	Análisis de propiedades microbiológicos del producto.....	56
2.6	Control de calidad del producto obtenido.....	56

CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1	Análisis y discusión de resultados para las propiedades de la materia prima.....	58
3.1.1	Propiedades físicas de la materia prima.....	58
3.1.2	Propiedades fisicoquímicas de la materia prima.....	60
3.1.3	Propiedades microbiológicas de la materia prima.....	64
3.2	Análisis y discusión de resultados para las propiedades del producto.....	64
3.2.1	Propiedades físicas del producto.....	64
3.2.2	Propiedades fisicoquímicas del producto.....	65
3.2.3	Propiedades microbiológicas del producto.....	66
3.2.4	Propiedades sensoriales del producto.....	67
3.2.4.1	Conformación del panel de degustación.....	67
3.3	Balance de materia y energía.....	69
3.3.1	Balance de materia en el proceso de pelado.....	70
3.3.2	Balance de materia en el proceso de extracción.....	72
3.3.3	Balance de materia en el proceso de evaporación.....	75
3.3.4	Rendimiento de la miel de yacón.....	78
3.3.5	Balance de energía en el concentrador a vacío.....	79

CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1	Conclusiones.....	81
4.2	Recomendaciones.....	83
	Bibliografía.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1-1	Planta entera de yacón.....	6
Fig. 1-2	Planta de yacón.....	9
Fig. 1-3	Raíces reservantes del yacón.....	10
Fig. 1-4	Cepa o corona de yacón.....	11
Fig. 1-5	Tallo del yacón.....	12

Fig. 1-6 Hojas del yacón	12
Fig. 1-7 Inflorescencia del yacón.....	13
Fig. 1-8 Estructura de los fructanos	18
Fig. 1-9 Diferencia entre los FOS y la Inulina.....	19
Fig. 1-10 Productos elaborados en base de yacón	22
Fig. 1-11 Diagrama de flujo de la "Elaboración de miel de yacón"	27
Fig. 2-1 Evaporador rotativo laborota-4000	37
Fig. 2-2 Bomba de vacío	38
Fig. 2-3 Balanza analítica.....	39
Fig. 2-4 pH-metro digital	40
Fig. 2-5 Refractómetro.....	41
Fig. 2-6 Extractor	42
Fig. 2-7 Materia prima y reactivos.....	44
Fig. 2-8 Diagrama de flujo de la "Elaboración de miel de yacón".....	45
Fig. 2-9 Defectos encontrados en la materia prima	46
Fig. 2-10 Lavado del yacón.....	47
Fig. 2-11 Secado de la materia prima	47
Fig. 2-12 Pelado manual del yacón.....	48
Fig. 2-13 Troceado de la raíz palada.....	48
Fig. 2-14 Extracción y filtración del zumo de yacón.....	49
Fig. 2-15 Jugo de yacón con los ácidos	50
Fig. 2-16 Concentración del zumo de yacón	50
Fig. 2-17 Miel de yacón	51
Fig. 2-18 Evaluación sensorial del producto	56
Fig. 3-1 Porcentaje de cáscara de pulpa del yacón	59
Fig. 3-2 Composición proximal del yacón fresco.....	61
Fig. 3-3 Azúcares presentes en el yacón	63
Fig. 3-4 Diagrama para el proceso de pelado del yacón Muestra 1.	70
Fig. 3-5 Diagrama para el proceso de pelado del yacón Muestra 2	70
Fig. 3-6 Diagrama para el proceso de pelado del yacón Muestra 3.	71
Fig. 3-7 Diagrama para el proceso de pelado del yacón Muestra 4.	72
Fig. 3-8 Diagrama para el proceso de extracción del jugo de yacón Muestra 1....	73
Fig. 3-9 Diagrama para el proceso de extracción del jugo de yacón Muestra 2....	73
Fig. 3-10 Diagrama para el proceso de extracción del jugo de yacón Muestra 3	74
Fig. 3-11 Diagrama para el proceso de extracción del jugo de yacón Muestra 4.	75
Fig. 3-12 Diagrama para el proceso de evaporación del jugo de yacón Muestra 1.	75
Fig. 3-13 Diagrama para el proceso de evaporación del jugo de yacón Muestra 2	76
Fig. 3-14 Diagrama para el proceso de evaporación del jugo de yacón Muestra 3	77
Fig. 3-15 Diagrama para el proceso de evaporación del jugo de yacón Muestra 4	77

INDICE DE TABLAS

Tabla I-1 Instituciones que participan en la producción de yacón	3
Tabla I-2 Taxonomía del yacón	8
Tabla I-3 Algunas zonas productoras de yacón en Tarija	16
Tabla I-4 Composición por 1000 g de porción comestible (fresca)	17
Tabla I-5 Algunas de las plantas que contienen cantidades significativas de inulina...	24
Tabla I-6 Límites microbiológicos permitidos para las levaduras y hortalizas.....	34
Tabla I-7 Límites microbiológicos permitidos para la miel	34
Tabla II-1 Materiales utilizados en el trabajo de investigación.....	43
Tabla II-2 Niveles de las variables la elaboración de la miel de yacón.....	52
Tabla III-1 Resultado del tamaño, en función al largo y el diámetro de yacón de primera y segunda categoría.....	58
Tabla III-2 Resultado de la porción comestible y su cantidad de cascara en el yacón	59
Tabla III-3 Resultados de las propiedades físicas del jugo de yacón	60
Tabla III-4 Análisis proximal de yacón para 100 g. de muestra.....	61
Tabla III-5 Análisis fisicoquímico de raíces de yacón del Perú	61
Tabla III-6 Resultados de azúcares totales y reductores presentes en el yacón	62
Tabla III-7 °Brix del jugo de yacón	63
Tabla III-8 pH del jugo de yacón	63
Tabla III-9 Comparación de resultados microbiológicos del yacón.....	64
Tabla III-10 Propiedades físicas de la miel de yacón	65
Tabla III-11 Análisis global de la miel de yacón.....	65
Tabla III-12 Composición química de miel de yacón del Perú.....	66
Tabla III-13 Comparación de resultados microbiológicos de la miel de yacón.....	67
Tabla III-14 Promedio de la calificación de jueces para las muestras de miel de yacón	69
Tabla III-15 Resumen de los resultados del balance de materia	78
Tabla III-16 Resultados de la miel de yacón y su rendimiento	79

ANEXOS

ANEXO A	Propiedades físicas de la materia prima
ANEXO B	Propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la materia prima
ANEXO C	Propiedades físicas del producto
ANEXO D	Propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del producto
ANEXO E	Ficha utilizada para el análisis sensorial
ANEXO F	Ecuaciones para balances de materia y energía