

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIEROS AGROINDUSTRIALES

TEMA: “OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INULINA A PARTIR DE DOS VARIEDADES DE AGAVE CABUYA NEGRA (*Agave americana L.*) Y AGAVE SISAL (*Agave sisalana P.*) CON TRES CONCENTRACIONES DE ALCOHOL (40, 60, 80%) EN LOS LABORATORIOS ACADÉMICOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EN EL PERÍODO 2015-2016”

AUTORES:

MOLINA CHASIQUIZA LORENA SOLEDAD
TACO TACO LUIS ARMANDO

DIRECTORA DE TESIS:

ING. ARIAS PALMA GABRIELA BEATRIZ

Latacunga - Ecuador

2016

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD O AUTORÍA

Nosotros, Lorena Soledad Molina Chasiquiza, Luis Armando Taco Taco, declaramos bajo juramento que el presente trabajo es de nuestra autoría; que no ha sido presentado para ningún grado o calificación y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Por el cual hacemos constar la investigación de grado titulado:

“Obtención y caracterización de la inulina a partir de dos variedades de agave cabuya negra (*Agave americana L.*) y agave sisal (*Agave sisalana P.*) con tres concentraciones de alcohol (40, 60, 80%) en los laboratorios académicos de la carrera de ingeniería agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el período 2015-2016”.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica De Cotopaxi.

Atentamente

Lorena Soledad Molina Chasiquiza

C.I 050348756-3

Luis Armando Taco Taco

C.I. 050337534-7

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

Cumpliendo con el Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de Directora de Tesis con el Tema “Obtención y caracterización de la inulina a partir de dos variedades de agave cabuya negra (*Agave americana L.*) y agave sisal (*Agave sisalana P.*) con tres concentraciones de alcohol (40, 60, 80%) en los laboratorios académicos de la carrera de ingeniería agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el período 2015-2016”, propuesto por los postulantes Molina Chasiquiza Lorena Soledad y Taco Taco Luis Armando, como requisito previo a la obtención del título de Ingenieros Agroindustriales, de acuerdo con el reglamento de títulos y grado, considero que el documento mencionado reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

Particular que pongo en su conocimiento para los fines legales pertinentes.

Atentamente

.....
Ing. Arias Palma Gabriela Beatriz

C.I. 171459274-6

DIRECTORA DE TESIS

AVAL DE LOS MIEMBROS TRIBUNAL

Cumpliendo con el Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, nosotros Ing. Zoila Eliana Zambrano Ochoa Mg, Ing. Ana Maricela Trávez Castellano Mg, Quím. Jaime Orlando Rojas Molina Mg, catedráticos y miembros del tribunal para la defensa de tesis “Obtención y caracterización de la inulina a partir de dos variedades de agave cabuya negra (*Agave americana L.*) y agave sisal (*Agave sisalana P.*) con tres concentraciones de alcohol (40, 60, 80%) en los laboratorios académicos de la carrera de ingeniería agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el período 2015-2016”, autoría de los Egresados Molina Chasiquiza Lorena Soledad y Taco Taco Luis Armando informamos que previa las diferentes revisiones y correcciones del ya mencionado documento nos encontramos conformes con las correcciones realizadas de tal modo que solicitamos que se autorice la Defensa de Tesis.

Por la favorable acogida que le brinde a la presente, anticipamos nuestros agradecimientos.

Atentamente

Ing. Zoila Eliana Zambrano Ochoa Mg.

C.I. 050177393-1

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Ana Maricela Trávez Castellano Mg.

C.I. 050227093-7

OPOSITORA DEL TRIBUNAL

Quím. Jaime Orlando Rojas Molina Mg.

C.I. 050264543-5

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AVAL DE TRADUCCIÓN

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a Dios por haberme dado fuerzas, salud y lograr terminar con una etapa muy importante en mi vida además por su infinita bondad y amor.

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme abierto sus puertas para seguir con mis estudios, y formarme como profesional.

Sin lugar a dudas agradecerle a mi tutora de tesis Ing. Arias Palma Gabriela Beatriz, por haber impartido todo su criterio profesional y me ha guiado para realizar la investigación.

Agradezco a mis padres por haberme proporcionado la mejor educación y lecciones de vida. En especial a mi madre “Flor” por confiar en mis decisiones gracias por ser mi amiga incondicional.

Especialmente a mi esposo “Patricio” por haberme enseñado que con esfuerzo, trabajo y constancia todo se consigue y que nada en esta vida es fácil, gracias por ser mi amigo, compañero y sobretodo un buen padre y esposo te amo.

Agradezco al Doctor “Armando Rubio” del departamento de nutrición y calidad del instituto autónomo de investigaciones agropecuarias (Iniap) que sin su ayuda y conocimiento no hubiese sido posible realizar la investigación y por motivarme cada día hacer mejor persona, mejor profesional.

Un agradecimiento especial a la Ingeniera Maricela Trávez, Ing. Eliana Zambrano que directa o indirectamente estuvieron ahí dándome una motivación para llegar a culminar con la investigación.

A mis compañeros con los que he compartido grandes momentos y por ser verdaderos amigos, en especial a mi compañero de tesis Jaco Luis que con su apoyo, palabras de aliento llegamos a culminar con nuestra investigación fue lindo ser tu amiga de la universidad y compañera de tesis gracias por todo mi Luis, Dios te bendiga.

Lorena Soledad Molina Chasiquiza

Agradecimiento

Mi trabajo de tesis la dedico primeramente a Dios porque él es el motor de mi vida dándome fuerza, día a día, a mi niño Manuelito patrono de mi querido barrio que por ser tan milagroso hoy está cumpliéndome con el deseo que un día le pedí conseguir este sueño y triunfar como profesional, a mis queridos padres Rafael y Dolores por todo su apoyo sin queja alguna, por darme a conocer que con humildad todo se puede, por ustedes soy lo que soy.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas para estudiar y conseguir mi título anhelado.

A mis queridos docentes de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial por brindarme sus conocimientos en las aulas durante toda mi formación como profesional.

Sin duda alguna a mi directora de tesis Ing. Arias Palma Gabriela Beatriz, por dedicarme tiempo y toda su sabiduría para culminar mi trabajo de tesis.

A la Ing. Maricela Frávez, Ing. Eliana Zambrano, Dr. Armando Rubio del departamento de nutrición y calidad del instituto autónomo de investigaciones agropecuarias (Iniap) y a mis compañeros quienes me apoyaron e incentivaron a continuar con mi trabajo de tesis.

Y finalmente a todo quienes colaboraron en toda mi etapa de formación profesional

Luis Armando Taca Taca

Dedicatoria



Dedico el presente trabajo A mi hijo “Anderson Peralta” que con su llegada me inspiro a no desfallecer en el trayecto de mi vida estudiantil ya que él es mi motor de cada día y mi razón de vida , a mi esposo “Patricio Peralta” que con su cariño y amor me apoyo día tras día que nunca permitió que renuncie a mis sueños de ser profesional , A mis queridos padres “Julio y Flor”. Los pilares de mi vida, gracias a ellos por el apoyo incondicional, paciencia y confianza depositada en mí. A mi hermano “Ruben y su esposa”. Que siempre me han apoyado incondicionalmente, ya que a ellos los quiero como si fueran mis segundos padres, a mis demás hermanos William, Lourdes, Maricela, Lizbeth que con su apoyo incondicional sin esperar nada a cambio me han dado fuerzas en los momentos más difíciles de mi vida, a mis sobrinas Fatiana, Danny, Michel, Paul que con sus llegadas me enseñaron hacer una buena tía, hermana y a la vez una buena madre. No podría olvidar a Mesias, una persona que estando tan lejos me ha apoyado siempre con sus palabras de aliento y ánimo.

*Para triunfar en la vida, no es importante llegar el primero, para triunfar simplemente hay que llegar, levantándose cada vez que se cae en el camino.
“William Allen White”*

Lorena Soledad Molina Chasiquiza

Dedicatoria

A mis padres

Rafael y Dolores

Por apoyarme siempre moralmente y económicamente en todo cuanto necesite para continuar mis estudios sin la necesidad de pedir nada a cambio, por brindarme valores y sabias palabras cuando más lo necesite con esto me enseñaron a no darme por vencido los quiero mucho papitos.

A mis hermanos

Rosa, Fernando, Rodrigo, Iván, Nelly, por su apoyo moral que con sus experiencias de la vida me dieron a conocer que no se debe de dejar cosas sin cumplirlas, y que en la vida hay obstáculos pero que con ganas sobre todo con decisión se puede salir adelante y alcanzar el éxito.
Gracias, los quiero mucho hermanos del alma.

A todos mis sobrinos en especial a mi sobrina Lady Julied que con su sonrisa y su cariño me hacían olvidar problemas y me daba fuerza para continuar con mi meta.

“El más poderoso hechizo para ser amado es amar”

Y finalmente a mis amigos por sus buenos deseos, en especial a una amiga que siempre me apoyo al igual que mis padres y estaba conmigo cuanto me sentía afligido, gracias te quiero mucho Marisol nunca te olvidaré.

Luis Armando Toco Toco

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD O AUTORÍA	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	iii
AVAL DE LOS MIEMBROS TRIBUNAL	iv
AVAL DE TRADUCCIÓN	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
ÍNDICE DE CUADROS.....	xviii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xxi
RESUMEN.....	xxii
ABSTRACT.....	xxiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	4
1. FUNDAMENTO TEÓRICO	4
1.1. Antecedentes	4
1.1.1. Investigaciones relacionadas.....	4
1.2. Marco Teórico.....	6
1.2.1. Inulina	6
1.2.1.1. La inulina en polvo de Agave azul.....	7
1.2.1.2. Atributos para ser utilizado como insumo y materia prima	7
1.2.1.3. Condiciones de almacenamiento.....	7
1.2.1.4. Seguridad.....	7
1.2.1.5. Utilización de la inulina en la actualidad	8
1.2.1.6. Extracción de inulina.....	9
1.2.1.7. Proceso de refinamiento o separación de compuestos	10

1.2.2.	Fructooligosacáridos	10
1.2.2.1.	Propiedades	11
1.2.2.2.	Actividades biológicas de los fructooligosacáridos	12
1.2.2.3.	La clasificación de la FOS	12
1.2.2.4.	Propiedades funcionales de los FOS	12
1.2.3	Agaváceas	12
1.2.3.1.	Potencial agroindustrial	13
1.2.3.2.	Productos a base de cabuya.....	13
1.2.3.3.	Descripción de especies	15
1.2.4.	Cabuya negra	17
1.2.4.1.	Origen	17
1.2.4.2	Importancia	18
1.2.4.3	Clasificación botánica de la cabuya negra	18
1.2.4.4	Morfología.....	19
1.2.4.5	Cultivo.....	19
1.2.4.6	Usos.....	20
1.2.4.7.	Usos tradicionales de la cabuya negra	21
1.2.4.8	Valor nutricional de la cabuya negra	22
1.2.4.9.	Clima y suelo.....	22
1.2.4.10.	Hábitat	22
1.2.4.11.	Floración	23
1.2.4.12.	Hojas y fibra.....	23
1.2.4.13.	Fruto	24
1.2.5.	Agave sisal	25
1.2.5.1.	Origen.....	25
1.2.5.2.	Importancia	25
1.2.5.3.	Clasificación botánica de la Cabuya Blanca	25
1.2.5.4.	Morfología.....	26
1.2.5.5.	Cultivo.....	27
1.2.5.6.	Usos de la cabuya blanca	28
1.2.5.7.	Usos tradicionales	28
1.2.5.8.	Clima y suelo.....	29

1.2.5.9. Hábitat	29
1.2.5.10. Floración	29
1.2.5.11. Hojas y fibras	30
1.2.5.12. Fruto	30
1.2.6. Extracción	31
1.2.6.1. Método para realizar la extracción.....	31
1.2.6.2. Alcohol etílico (etanol)	31
1.2.6.3. Alcohol industrial.....	31
1.2.6.4. Los principales usos y aplicaciones del alcohol etanol.....	32
1.2.6.5. Usos del alcohol.....	32
1.2.7. El rotavapor.....	33
1.2.7.1. Principio de funcionamiento del rotavapor.....	33
1.2.7.2. Aplicaciones estándares del vacío	34
1.2.7.3. Superficie de evaporación	34
1.2.7.4. Accionamiento de rotación con conducto de vapor incluido	34
1.2.7.5. Superficie de refrigeración.....	34
1.2.7.6. Matraz receptor	35
1.2.5.7. Vacío.....	35
1.2.7.8. Vista de la parte delantera del rotavapor.....	35
1.2.7.9. Vista de la parte trasera del rotavapor.....	36
1.2.8. La Liofilización.....	37
1.2.8.1. Aplicación	37
1.2.8.2. Etapa de la liofilización.....	38
1.2.8.3. Aplicaciones en la industria de los alimentos	38
1.2.8.4. Proceso de liofilización.....	39
1.3. Glosario de términos	40
CAPÍTULO II	42
2. MATERIALES Y MÉTODOS	42
2.1. Recursos, materia prima, equipos utilizados en el ensayo.....	46
2.1.1. Recursos humanos	46
2.1.2. Materiales de laboratorio	46

2.1.3.	Equipos	47
2.1.4.	Materiales de oficina.....	47
2.1.5.	Reactivos.....	48
2.1.6.	Implementos y herramientas	48
2.1.7.	Materia prima.....	49
2.1.8.	Materiales de limpieza	49
2.2.	Ubicación del ensayo	49
2.2.1.	Situación geográfica.....	50
2.2.2.	Coordenadas Quadricula Mercator UTM	50
2.2.3.	Altitud	51
2.2.4.	Zona ecológica.....	51
2.3.	Métodos y técnicas.....	51
2.3.1.	Métodos.....	51
2.3.1.1.	Método deductivo.....	51
2.3.1.2.	Método inductivo	52
2.3.1.3.	Método analítico.....	52
2.4.	Tipo de investigación.....	52
2.4.1.	Investigación exploratoria.....	53
2.4.2.	Investigación descriptiva	53
2.4.3.	Investigación de campo.....	53
2.4.4.	Investigación documental	54
2.5.	Técnicas	54
2.5.1.	La Observación	54
2.6.	Características del ensayo	54
2.6.1.	Unidad de estudio	54
2.6.1.1.	Población.....	54
2.6.1.2.	Muestra	55
2.7.	Diseño experimental	55
2.8.	Factores de estudio.....	55
2.9.	Tratamiento en estudio.....	56
2.10.	Variables e Indicadores.....	57

2.11.	Análisis estadístico.....	58
2.12.	Análisis funcional	58
2.13.	Metodología de elaboración.....	58
2.13.1.	Extracción de inulina del Agave Americana L. y Agave Sisalana P.	58
2.13.1.1.	Obtención de la materia prima	58
2.13.1.2.	Lavado.....	60
2.13.1.3.	Cortado y rebanado de la piña de las dos variedades de agave.....	61
2.13.1.4.	Obtención del jugo de las dos variedades de agave	61
2.13.1.5.	Filtrado	62
2.13.1.6.	Congelado del jugo de las dos variedades de agave	62
2.13.1.7.	Descongelado del jugo de las dos variedades de agave	63
2.13.1.8.	Centrifugado.....	63
2.13.1.9.	Toma de datos	64
2.13.2	Diagrama de flujo para la obtención de jugo	65
2.13.3.	Obtención de Inulina.....	65
2.13.3.1.	Recepción de la materia prima.....	65
2.13.3.2.	Preparación de la muestra (<i>Agave americana L.</i> y <i>Agave sisalana P.</i>) .	66
2.13.3.3.	Sedimentado de la muestra.....	67
2.13.3.4.	Separado de sobrenadante	67
2.13.3.5.	Eliminado del resto del alcohol por rotavapor	68
2.13.3.6.	Congelado	69
2.13.3.7.	Liofilizado	69
2.13.3.8.	Envasado	70
2.13.3.9.	Etiquetado	70
2.13.3.10	Almacenado.....	71
2.13.4.	Diagrama de proceso para la obtención de inulina	71
2.14.	Balance de materiales	72
2.14.1.	Balance de sedimentación con adición de alcohol del 40%.....	72
2.14.2.	Balance de sedimentación con adición de alcohol del 60%	73
2.14.3.	Balance de sedimentación con adición de alcohol del 80%.....	74
2.14.4.	Balance de sedimentación con adición de alcohol al 40%.....	75

2.14.5. Balance de sedimentación con adición de alcohol al 60%.....	76
2.14.6. Balance de sedimentación con adición de alcohol al 80%.....	77
CAPÍTULO III	81
3. DISCUSIÓN Y RESULTADOS	81
3.1. Análisis de varianza (ADEVA)	82
3.1.1. Variable azúcares totales.....	82
3.1.2. Variable azúcares reductores	86
3.1.3. Variable Cenizas	91
3.1.4. Variable Fructuosa	96
3.1.5. Variable Glucosa.....	100
3.1.6. Variable Sacarosa.....	104
3.1.7. Variable Kestosa	108
3.1.8. Variable Fructofuranosilnistosa	113
3.1.9. Identificación de los dos mejores tratamientos.....	117
3.1.10. Resultados del análisis físico - químicos de los mejores tratamientos.	118
3.1.11. Balance económico	120
3.1.11.1. Balance económico de la obtención de la inulina	120
3.1.11.2. Balance económico del mejor tratamiento.....	121
CONCLUSIONES	124
RECOMENDACIONES	125
REFERENCIAS DE LIBROS.....	126
REFERENCIAS DE TESIS	128
ANEXOS 1.....	132
ANEXOS 2.....	136
ANEXO 3.....	149
ANEXO 4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS	150
ANEXO 5. ESPECIFICACIONES DE LA INULINA BERNEO HP	151

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.	Composición general de la planta de agave.....	13
TABLA 2.	Cantidades de inulina extraídas luego de la liofilización.....	78
TABLA 3.	Cantidades de inulina extraídas luego de la liofilización.....	79
TABLA 4.	Análisis de varianza para la variable azúcares totales	82
TABLA 5.	Prueba de Tukey para el factor variedades de agave	83
TABLA 6.	Prueba de Tukey para el factor concentraciones de alcohol	83
TABLA 7.	Prueba de Tukey para las repeticiones.....	84
TABLA 8.	Tukey entre variedades de agave vs. concentraciones de alcohol.....	85
TABLA 9.	Análisis de varianza para la variable azúcares reductores	87
TABLA 10.	Prueba de Tukey para el factor variedades de agave	88
TABLA 11.	Prueba de Tukey para el factor concentraciones de alcohol	88
TABLA 12.	Prueba de Tukey para las repeticiones	89
TABLA 13.	Tukey entre variedades de agave vs. concentraciones de alcohol.....	90
TABLA 14.	Análisis de varianza para la variable cenizas.....	92
TABLA 15.	Prueba de Tukey para el factor variedades de agave	93
TABLA 16.	Prueba de Tukey para el factor concentraciones de alcohol	93
TABLA 17.	Tukey entre variedades de agave vs. concentraciones de alcohol.....	94
TABLA 18.	Análisis de varianza para la variable fructuosa.....	96
TABLA 19.	Prueba de Tukey para el factor variedades de agave	97
TABLA 20.	Prueba de Tukey para el factor concentraciones de alcohol	97
TABLA 21.	Prueba de Tukey para las repeticiones.....	98
TABLA 22.	Tukey entre variedades de agave vs. concentraciones de alcohol.....	99
TABLA 23.	Análisis de varianza para la variable glucosa	101
TABLA 24.	Prueba de Tukey para el factor variedades de agave	102
TABLA 25.	Prueba de Tukey para el factor concentraciones de alcohol	102
TABLA 26.	Tukey entre variedades de agave vs. concentraciones de alcohol.....	103
TABLA 27.	Análisis de varianza para la variable sacarosa.....	105
TABLA 28.	Prueba de Tukey para el factor variedades de agave	106
TABLA 29.	Prueba de Tukey para el factor concentraciones de alcohol	106
TABLA 30.	Tukey entre variedades de agave vs. concentraciones de alcohol.....	107
TABLA 31.	Análisis de varianza para la variable Kestosa.....	109
TABLA 32.	Prueba de Tukey para el factor variedades de agave	110
TABLA 33.	Prueba de tukey para el factor concentraciones de alcohol.....	110

TABLA 34. Tukey entre variedades de agave vs. concentraciones de alcohol.....	111
TABLA 35. Análisis de varianza para la variable fructofuranosilnístosa.....	113
TABLA 36. Prueba de Tukey para el factor variedades de agave	114
TABLA 37. Prueba de Tukey para el factor concentraciones de alcohol	114
TABLA 38. Tukey entre variedades de agave vs. concentraciones de alcohol.....	115
TABLA 39. Identificación de los dos mejores tratamientos.....	117
TABLA 40. Resultados de los análisis microbiológicos de la inulina	118
TABLA 41. Resultados de los análisis físico – químicos de la inulina	119
TABLA 42. Costos de los materiales utilizados en la obtención de la inulina	120
TABLA 43. Gastos de la obtención de la inulina	121
TABLA 44. Costos del tratamiento $t_5 (a_2b_2)$	122
TABLA 45. Gastos varios del tratamiento $t_5 (a_2b_2)$	122
TABLA 46. Comparación de la inulina con la stevia.....	123
TABLA 47. Porcentajes de Azúcares Totales	132
TABLA 48. Porcentajes de Azúcares Reductores	132
TABLA 49. Porcentajes de Cenizas	133
TABLA 50. Porcentajes de Fructosa.....	133
TABLA 51. Porcentajes de Glucosa	134
TABLA 52. Porcentajes de Sacarosa	134
TABLA 53. Porcentajes de Kestosa.....	135
TABLA 54. Porcentajes de Fructofuranosilnístosa	135

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1.	Productos derivados de la planta de Agave.....	14
CUADRO 2.	Especies de Agave	15
CUADRO 3.	Clasificación botánica de la cabuya negra	19
CUADRO 4.	Usos que se les da a varias especies de agave	20
CUADRO 5.	Clasificación botánica de la cabuya blanca	27
CUADRO 6.	Productos liofilizados	38
CUADRO 7.	Factores en estudio	56
CUADRO 8.	Tratamientos en estudio	56
CUADRO 9.	Operacionalización de las variables	57
CUADRO 10.	Análisis de varianza de un Diseño Factorial de A x B	58

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1.	Cabuya Negra (<i>Agave americana L.</i>).....	17
FOTOGRAFÍA 2.	Floración de la cabuya negra	23
FOTOGRAFÍA 3.	Hojas de la cabuya negra	23
FOTOGRAFÍA 4.	Fruto de la cabuya negra.....	24
FOTOGRAFÍA 5.	Agave Sisal (<i>Agave sisalana P.</i>).....	25
FOTOGRAFÍA 6.	Vástago floral del agave sisal	26
FOTOGRAFÍA 7.	Floración.....	29
FOTOGRAFÍA 8.	Hojas del agave sisal.....	30
FOTOGRAFÍA 9.	Semillas del Agave Sisal	30
FOTOGRAFÍA 10.	El Rotavapor.....	33
FOTOGRAFÍA 11.	Liofilizador.....	37
FOTOGRAFÍA 12.	Obtención de la materia prima (<i>Agave americana L.</i>)	59
FOTOGRAFÍA 13.	Obtención de la materia prima (<i>Agave sisalana P.</i>).....	60
FOTOGRAFÍA 14.	Lavado de las piñas.....	60
FOTOGRAFÍA 15.	Cortado y rebanado.....	61
FOTOGRAFÍA 16.	Obtención del jugo	61
FOTOGRAFÍA 17.	Filtrado	62
FOTOGRAFÍA 18.	Congelado.....	62
FOTOGRAFÍA 19.	Descongelado	63
FOTOGRAFÍA 20.	Centrifugado.....	63
FOTOGRAFÍA 21.	Toma de pH.....	64
FOTOGRAFÍA 22.	Toma de ° Brix	64
FOTOGRAFÍA 23.	Recepción de materia prima	66
FOTOGRAFÍA 24.	Preparación de la muestra.....	66
FOTOGRAFÍA 25.	Sedimentado	67
FOTOGRAFÍA 26.	Separado	68
FOTOGRAFÍA 27.	Separación de alcohol en el rotavapor	68
FOTOGRAFÍA 28.	Congelado.....	69
FOTOGRAFÍA 29.	Liofilizado	69
FOTOGRAFÍA 30.	Envasado	70
FOTOGRAFÍA 31.	Etiqueta para la inulina de la cabuya negra.....	70
FOTOGRAFÍA 32.	Etiqueta para la inulina de la cabuya blanca	70
FOTOGRAFÍA 33.	Extracción de piñas de las dos variedades de agave.....	136

FOTOGRAFÍA 34.	Lavado de las piñas de agave.....	137
FOTOGRAFÍA 35.	Cortado y rebanado de la piña	138
FOTOGRAFÍA 36.	Obtención del jugo	139
FOTOGRAFÍA 37.	Filtrado de jugo.....	140
FOTOGRAFÍA 38.	Congelación del jugo	141
FOTOGRAFÍA 39.	Descongelación del jugo.....	141
FOTOGRAFÍA 40.	Centrifugado.....	142
FOTOGRAFÍA 41.	Toma de datos	143
FOTOGRAFÍA 42.	Recepción de la materia prima.....	143
FOTOGRAFÍA 43.	Preparación de la muestra.....	144
FOTOGRAFÍA 44.	Sedimentación de la muestra	144
FOTOGRAFÍA 45.	Separación del sobrenadante.....	145
FOTOGRAFÍA 46.	Separación del alcohol por rotavapor.....	145
FOTOGRAFÍA 47.	Congelación.....	146
FOTOGRAFÍA 48.	Liofilización	146
FOTOGRAFÍA 49.	Envasado	147
FOTOGRAFÍA 50.	Etiquetado y almacenado	148

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1.	Vista delantera del rotavapor.....	35
GRÁFICO 2.	Vista de la parte trasera del rotavapor	36
GRÁFICO 3.	Ubicación de los laboratorios académicos	50
GRÁFICO 4.	Promedios de azúcares totales	86
GRÁFICO 5.	Promedios de azúcares reductores	91
GRÁFICO 6.	Promedios de la variable cenizas.....	95
GRÁFICO 7.	Promedios de la variable fructuosa.....	100
GRÁFICO 8.	Promedios de la variable glucosa	104
GRÁFICO 9.	Promedios de la variable sacarosa	108
GRÁFICO 10.	Promedios de la variable kestosa.....	112
GRÁFICO 11.	Promedios de la variable fructofuranosilnística	116
GRÁFICO 12.	Promedios de los dos mejores tratamientos.....	117

RESUMEN

La investigación se realizó en la Universidad Técnica de Cotopaxi, Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Cantón Latacunga, Parroquia Eloy Alfaro, Barrio Salache Bajo, con el tema “Obtención y caracterización de la inulina a partir de dos variedades de agave cabuya negra (*Agave americana L.*), y agave sisal (*Agave sisalana P.*) con tres concentraciones de alcohol (40, 60, 80%) en los Laboratorios Académicos de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el período 2015-2016”.

En el proceso de obtención de inulina para determinar los mejores tratamientos se realizó un diseño factorial A*B con tres réplicas; factor A correspondiente a las dos variedades de agave, mientras que el factor B corresponde a las tres concentraciones de alcohol (40%, 60%, 80%). Los análisis físico- químicos se realizó en el Laboratorio de Nutrición y Calidad (INIAP) análisis como: azúcares totales, azúcares reductores, cenizas, azúcares libres y de los tratamientos que presentaron mejores características físico-químicas según el programa estadístico Infostad L/S y Excel.

Se evaluó los dos mejores tratamientos que corresponden t_5 (a_2b_2): Agave sisal + 60% de alcohol y t_6 (a_2b_3): Agave sisal + 80% de alcohol, se realizó análisis microbiológicos a los mismos en la Universidad Técnica de Ambato (LACONAL), donde los resultados obtenidos fueron: mohos, levaduras, E.coli, si cumplen con los rangos establecidos según las normas de BERNEO ORAFI HP (Ver anexo 4) y el análisis físico -químico pH, también cumple con los rangos establecidos según las normas BERNEO ORAFI HP (Ver anexo 4) y finalmente se realizó el análisis económico del mejor tratamiento con un costo de \$ 2,52 cada 5,48 g de inulina de agave sisal (60%).

ABSTRACT

The research was made at the Technical University of Cotopaxi, Career of Agroindustrial Engineering, Latacunga Canton, Salache Parish, Salache Bajo Neighborhood, with the topic " Obtainment and characterization of the inulin from two agave varieties black cabuya (agave americana l.), and agave sisal (agave sisal p.), with three alcohol concentrations (40, 60, 80%), in the academic labs of the career of Agroindustrial Engineering from Technical University of Cotopaxi in the period 2015-2016 ".

In the obtainment process of inulin for determining the best treatments are performed a factorial design A*B, with three replicates; factor A corresponding to the two agave varieties, while that the factor B corresponds to the three alcohol concentrations (40%, 60%, 80%). The physico-chemical analysis was made at the Nutrition and Quality Lab (INIAP), analysis as: total sugars, reducing sugars, ash, free sugars and treatments that showed better physical-chemical characteristics according to the statistical program Infostad L / S and Excel.

It is evaluated the two treatments which correspond t5 (a2b2) Agave sisal + 60% alcohol and t6 (a2b3). It was made microbiological analysis to themselves at the Technical University of Ambato (LACONAL), where, obtained results were: molds, yeasts, E. coli, if they meet the ranges established by the standards (See Annex 4) and physical analysis -químico pH, also meets the standards established ranges as ORAFTEI BERNEO HP (See Annex 4) and finally, it is made the economic analysis of best treatment at a cost of \$ 2.52 each 5.48 g of inulin from sisal agave (60%).

INTRODUCCIÓN

Los agaves tienen un sinnúmero de utilidades como por ejemplo la piña de la cabuya negra se utiliza hoy en día para la elaboración de tequila ya que el jugo contiene abundantes cantidades de azúcares y se puede fermentar rápidamente y para la elaboración de miel de agave. Por otro lado la cabuya blanca o sisal se utiliza para la elaboración de fibras para cordelería, cinturones, bolsos, etc.

El agave en nuestro país tiene muchas cualidades en cuanto a sus usos y características pero sin embargo se ha demostrado poco interés de la misma siendo utilizada en la mayor parte para el consumo de ganado en los campos, para la creación de fibras utilizando las hojas, también estas plantas son destruidas en la mayoría de los casos porque crecen en los filos de los caminos y en los terrenos alejados. El agave crece naturalmente solo con la ayuda de minerales del suelo y de las lluvias, se ha comprobado que tienen propiedades como el agua miel que pueden curar enfermedades y saponinas naturales en las raíces y hojas que se utilizaron en la antigüedad para el lavado del cabello dando excelentes resultados.

La inulina forma parte de un proceso natural del agave, la planta de agave durante 8 años va almacenando reservas energéticas en forma de carbohidratos llamada inulina, al llegar a su etapa de madurez la planta llega a tener de 18% al 22% de carbohidratos una vez que la planta está en su etapa de madures se puede extraer todos los azúcares naturales como la inulina que es el principal fructano del agave, utilizada como probiótico y fuente de fibra, tiene alta demanda principalmente en Europa y alcanza un precio comercial de hasta 7 euros el kilo. La ingesta de inulina diaria recomendada en Europa es 3 a 11 g, mientras que en Estados Unidos es de 1 a 4g.

La inulina en el Ecuador no es reconocida como un producto que se consume diariamente en el mercado alimenticio por desconocer los beneficios que contiene el mismo principalmente por los métodos de extracción óptimos también por la demanda de precios, por cantidades mínimas razón por la cual pocas personas que

tienen conocimiento de este producto tienen que adquirirlas de otros países principalmente de México, para ello hemos realizado nuestra investigación mediante la elaboración de inulina con dos variedades de agave por el método de liofilización para aprovechar todos los compuestos existentes en el jugo con el fin de dar a conocer a la inulina en nuestro país todos sus beneficios y tratar incentivar a la producción agroindustrial para la elaboración de productos innovadores a base de la planta de agave con esto las personas interesadas en este producto podrán adquirirlos sin problema alguna en el mercado nacional o puntos autorizados, teniendo en cuenta que es un endulzante libre de calorías con una apariencia agradable para el consumidor.

Mediante la utilización de la inulina a base de las dos variedades de agave podrá mejorar las condiciones de vida de los seres humanos en cuanto a la salud como un producto medicinal e incentivar al consumo diario y porque no planear su comercialización en el mercado. Por otro hemos realizado diferentes análisis de laboratorio a la inulina para determinar que el producto no tiene ningún riesgo al ingerirlo.

Los beneficios de consumir inulina de agave son los siguientes:

La Inulina es un auxiliar en el tratamiento de colitis y gastritis tiene un efecto prebiótico, es decir aumenta la flora bacteriana benéfica intestinal se puede decir que es rica en fibra soluble, también es útil para combatir el estreñimiento ayudando a combatir el colesterol y triglicéridos altos con esto se puede regular el azúcar en la sangre.

En la presente investigación se propuso como objetivo general lo siguiente:

Obtener y analizar la inulina a partir de dos variedades de agave cabuya negra (*Agave americana L.*) y agave sisal (*Agave sisalana P.*) con tres concentraciones de alcohol (40%,60%,80%) en los laboratorios académicos de la carrera de ingeniería agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el período 2015-2016”.

Para formalizar el objetivo general se cumplió con los siguientes objetivos específicos:

- ✓ Determinar los dos mejores tratamientos en la obtención de la inulina mediante un análisis físico – químico en el laboratorio.
- ✓ Efectuar los análisis físico-químicos y microbiológicos de los dos mejores tratamientos.
- ✓ Realizar un análisis de costos de producto del mejor tratamiento.

Para la realización de la presente investigación se planteó las siguientes hipótesis:

H₀: Las dos variedades de Agave (*Americana L.* y *Agave sisalana P.*), con tres concentraciones de alcohol (40%, 60% y 80%) no influyen significativamente en las características físico – químicos y microbiológicas en la extracción de inulina.

H_a: Las dos variedades de Agave (*Americana L.* y *Agave sisalana P.*), con tres concentraciones de alcohol (40%, 60% y 80%) si influyen significativamente en las características físico – químicos y microbiológicas en la extracción de inulina.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

1.1.1. Investigaciones relacionadas

Luego de revisar varias investigaciones relacionadas con el tema de estudio se han citado los siguientes temas destacados:

Según Fuertes Mantilla Maritza Elizabeth, en el año (2014) con el tema de investigación: “Extracción y cuantificación de la inulina del ajo” en la Universidad Central del Ecuador, menciona que extraer fructanos tipo inulina del ajo blanco común si es factible mediante el método de extracción sólido-líquido en contacto directo, utilizando como solvente agua caliente y trabajando con las variables de proceso: relación agua/ajo y temperatura y el porcentaje de inulina encontrado en el ajo blanco común es aproximadamente del 18%, por lo que la cantidad de inulina depende de la naturaleza del ajo, dado que teóricamente reporta un valor entre 15% y 20%.

Según Tessaro Silvana Elisa, en el año (2014) con el tema de investigación: “Alimento con alto contenido de fructanos: puré de topinambur (*Helianthus tuberosus L.*)” en la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, menciona que es posible obtener puré de alto contenido de fructanos elaborado con tubérculos de topinambur de variedades Roja y Blanca, todas las variantes probadas resultaron en productos con alto contenido de fructanos. El puré triturado con cocción de tubérculos pelados presentó el mayor contenido para

las dos variedades de topinambur (Roja: 17,0 g /100 g; Blanca: 15,6 g /100 g). El menor valor de fructanos fue cuantificado en los purés preparados con las dos variedades (Roja: 8,8 g /100 g; Blanca: 7,4 g /100 g).

Según Fuentes Gonzales Alejandra en el año (2012) con el tema de investigación: “Caracterización de las propiedades funcionales de fructanos de agave para su consumo sustitutos de granasa en alimentos” en EL Instituto Politécnico Nacional, menciona que el proceso de ultrafiltración permitió obtener dos fracciones de fructanos con peso molecular mayor a 3 kDa: una de *A. tequilana* ($At > 3kDa$) y otra de *A. angustifolia* ($Aa > 3kDa$), y una fracción de fructanos con peso molecular menor a 3 kDa de *A. tequilana* ($At < 3kDa$). Las cuales no contienen cenizas ni proteínas, pudiendo considerarse como fracciones de fructanos con alto grado de pureza.

Según Carla Gabriela Vargas Vázquez en el año (2009) con el tema de investigación: “Obtención de insumos de interés industrial a partir de las fructanas del agave mezcalero potosino (*Agave salmiana*)” en el Instituto Politécnico Nacional de Michoacán México, menciona que la cabeza o piña del agave mezcalero potosino (*A. salmiana* L.) son utilizados en la industria y pueden emplearse sus fructanas para la obtención de insumos de interés industrial como son las inulinas, fructooligosacáridos y jarabes con alto contenido de fructosa y se obtuvo fructooligosacáridos con un GPP de 3 residuos, por hidrólisis enzimática de endo-inulinasa de *Aspergillus niger* hasta 100% y principalmente se conformaron por fructosa.

Según Gonzales Hernández Luis Humberto, en el año (2013) con el tema de investigación: “Obtención de los nutraceuticos presentes en la piña del agave tequilero mediante dilución diferencial” en la Universidad Politécnica Nacional menciona que el contenido de fructanos en la piña del *Agave tequilana* Weber azules similar al que presentan las actuales fuentes comerciales de fructanos como son: los tubérculos de la alcachofa de Jerusalén (*Helianthus tuberosus*) y las raíces de achicoria (*Chicoryintybus*).

La solubilidad de los fructanos en agua depende de la longitud de su cadena hidrocarbonada; son menos solubles los fructanos de mayor tamaño y viceversa, lo cual nos permite su precipitación y purificación, mediante la disminución gradual de la polaridad del solvente, a través de la adición con etanol.

1.2. Marco Teórico

1.2.1. Inulina

Según dice EDELMAN Y JEFFORD (1968) citado por GONZÁLES (2013)

“Las inulinas fueron descritas por primera vez en 1804 por una científica alemana quien las encontró en una infusión de la planta *Inula helenium*, a dicha sustancia en 1818 Thompson la llamó inulina. Las inulinas son polímeros lineales de moléculas de fructosa unidas por enlaces glucosídicos β (2-1), en cuyo extremo reductor se encuentra una molécula de glucosa unida por enlace glucosídico (1-2)” (pág. 23-24).

Según dice EDELMAN Y JEFFORD (1968) citado por GONZÁLES (2013)

Son producidas por plantas monocotiledoneas de las familias *Liliaceae*, *Agavaceae*, *Amaryllidaceae* e *Iridaceae*, y plantas dicotiledoneas de las familias *Compositae*, *Boraginaceae*, *Malpighiaceae*, *Primulaceae*, *Stylidiaceae* y *Violaceae*. Alcanzan grados de polimerización hasta de 200 unidades, aunque generalmente su tamaño oscila entre 30 y 60 unidades de fructosa. (pág. 23-24).

Según JOHANNES, MAREN (2010)

“La Inulina es un Polisacárido y también recibe el nombre de *almidonc Alant*. Sin embargo, la Inulina no está formada a partir de moléculas independientes de glucosa, sino que consta de muchas moléculas de fructosa. La inulina no se absorbe en el estómago ni en el intestino delgado, pues el organismo del ser humano carece de enzima de degradación correspondiente (inulinasa)”. (pág. 65)

1.2.1.1. La inulina en polvo de agave azul

Según EDULAG (2015) “La Inulina de Agave Tequilana Weber Variedad Azul, es una fibra soluble y prebiótico natural ideal para ser utilizado como ingrediente en productos alimenticios enriquecidos de fibra”

1.2.1.2. Atributos para ser utilizado como insumo y materia prima

Como manifiesta EDULAG (2015)

- ✓ Sabor neutro (ligeramente dulce)
- ✓ Alta solubilidad en agua
- ✓ Alta pureza
- ✓ Brinda textura a alimentos
- ✓ Libre de gluten
- ✓ No aporta color a las formulaciones
- ✓ Fácil almacenamiento

1.2.1.3. Condiciones de almacenamiento

Almacenar en un lugar fresco y seco a temperatura ideal 25°C, humedad relativa ideal menor a 60 %. Deben ser almacenados sin daño o maltrato estructural del envase primario. EDULAG (2015)

1.2.1.4. Seguridad

Producto no tóxico, si se consume en exceso puede tener efectos laxantes y flatulencia. Polvo de origen orgánico, evite hacer mezclas que causen nubes o que se volatilice el producto. EDULAG (2015)

Como manifiesta CASAÑA, LEONARDO (1873) “La inulina es blanca, pulverulenta, insípida e inodora como el almidón, del que diferencia porque en el agua fría se disuelve algo y mucho más en el agua caliente, sin formar jalea o engrudo por enfriamiento”.(pág. 579)

De acuerdo a JOHANNES, MAREN (2010) “A pesar que es un azúcar formado por unidades de fructosa, la inulina produce en el ser humano el mismo efecto que la fibra: no podemos digerir ese tipo de azúcar y por lo tanto no sube el nivel de azúcar en la sangre”. (pág. 65)

Como manifiesta BARLUENGA (1987) “La inulina se encuentra, sobre todo, en los rizomas de las dalias y en las alcachofas de donde se obtiene. La inulina también es un compuesto de alta masa molecular, pero a, diferencia de dos polisacáridos está constituida casi exclusivamente de uniones (B 1,2) – glicosídicas de moléculas de B-fructosa, (2-1) -B-D-fructofuranano”. (pág. 487)

Según dice IBARRA, BOTERO, CORTES (2010)

“La inulina se obtiene en la planta de agave tequilana weber, variedad azul, mejor conocido como agave azul al ser la inulina un compuesto no directamente fermentable, se degrada previamente antes de la fermentación, esta despolimerización se realiza mediante hidrólisis durante la cocción de la piña del agave produciendo fructosa y glucosa, las cuales, son las que se fermentan en procesos posteriores”. (pág.76)

1.2.1.5. Utilización de la inulina en la actualidad

“La inulina, al no alterar el sabor de los alimentos, se puede usar en productos tan dispares como: salsas, helados, postres, yogures, pan, barritas energéticas, quesos y mayonesas bajas en calorías”. Según MORAGUES (2014)

Propiedades de la inulina:

- ✓ Mejora la absorción del magnesio, el calcio, el fósforo y las vitaminas del complejo B.
- ✓ Mantiene en buen estado la flora intestinal y previene el desarrollo de bacterias nocivas.
- ✓ Combate el estreñimiento.
- ✓ Previene la diabetes.
- ✓ Reduce el nivel de triglicéridos en el organismo.

- ✓ Aporta fibra.
- ✓ Disminuye el colesterol.
- ✓ Mantiene la salud del intestino.
- ✓ Mejora el sistema inmunológico.
- ✓ Reduce el riesgo de aterosclerosis.
- ✓ Mejora el metabolismo de las grasas.
- ✓ Protege el sistema digestivo y el páncreas.

1.2.1.6. Extracción de inulina

Según LEGORRETA, OGURA (2002)

- ✓ Las piñas de agave, son enjuagadas con agua, luego se destrozán, mediante desgarradora de cuchillas; para obtener pedazos amorfos de peso individual de tres kilogramos, estos pedazos se pasan a un rebanador para dejar pedazos amorfos, con un espesores de máximo un centímetro.
- ✓ Estos pedazos son alimentados a un secador que puede ser de banda, tambor o túnel con flujo de aire caliente a una temperatura máxima de 140° C.
- ✓ Para evitar hidrólisis y caramelización de inulina y otros azúcares contenidos en el agave, el objetivo de este paso es deshidratar hasta una humedad no mayor de 20% en peso.
- ✓ Los pedazos secos, pasan a un molino que puede ser de cuchillas, de martillos, de bolas, de tambor, o cualquier tipo de pulverizador como los usados para producir harinas.
- ✓ El producto obtenido, es uno de los productos de la invención llamada harina de agave y su composición en porcentajes en peso es: Inulina de agave entre 5% y 95%, fibra (celulosa, lignina) entre 1% y 80% Compuestos de calcio entre 0.1% y 10%.

1.2.1.7. Proceso de refinamiento o separación de compuestos

Como manifiesta: LEGORRETA, OGURA (2002)

- ✓ La harina de agave arriba mencionada se usa como materia prima de la preparación de inulina diluyendo en agua a una temperatura de entre 80 y 95° C.
- ✓ Se filtra o cuela para eliminar la fibra insoluble. A la parte líquida se le, adiciona 1 % en peso de carbón activado se agita y se filtra con filtro ayuda (tierras diatomáceas, o celulosa.
- ✓ Para el secado podrá utilizarse cualquier tipo de secador industrial, la composición de la inulina base es en porcentaje en peso: Inulina de agave entre 5% y 97% Fibra (celulosa, lignina) entre 0.1 % y 5 % Compuestos de Calcio entre 0.1% y 10%.
- ✓ Como continuación del proceso de refinación, la solución B se pasa por una columna empacada con resina intercambiadora aniónica seguida por una de intercambio catiónica o viceversa. El objetivo de este paso es eliminar impurezas y parcialmente el complejo de calcio.
- ✓ Esta solución es otro producto de la invención y puede evaporarse hasta obtener la concentración deseada para su uso, o bien secarse para obtener la inulina purificada por intercambio iónico ya sea en forma de polvo o de escamas.

1.2.2. *Fructooligosacáridos*

Según MANRIQUE, PÁRRAGA, HERMANN (2005)

Los fructooligosacáridos (FOS) son azúcares de reserva que existen en varias especies de plantas, las características principales en su estructura química es que están constituida por una molécula de glucosa ligada a un número variable entre 2 a 10

de moléculas de fructosa los enlaces que mantienen unidas las moléculas de fructosa resisten la hidrólisis de las enzimas digestivas humanas. Sin sufrir ninguna modificación química esta es la razón por la que los FOS son bajos en calorías para el organismo humano 25 a 35% de las calorías que poseen la mayoría de carbohidratos. (pág. 4)

1.2.2.1. Propiedades

Como manifiesta: LA GUÍA DE SALUD

Los FOS, como fibra insoluble poseen propiedades altamente beneficiosas para las personas. Por un lado aportan sensación de saciedad, lo que evita que se produzcan excesos en las comidas, o comer entre horas, reduciendo la producción de gases. Por otra parte, aceleran el paso de los alimentos por el aparato digestivo evitando de ésta forma el estreñimiento y la consecuente molestia intestinal y putrefacción de las heces.

Según: LA GUÍA DE SALUD

Existe una tercera acción de la fibra insoluble que es la protección de la flora intestinal, ya que los microorganismos, tan necesarios, se alimentan de los compuestos liberados por la fibra durante la digestión. Podemos decir que los FOS protegen nuestro aparato digestivo de una forma completa y natural.

De acuerdo al mismo autor. A los FOS se les pueden atribuir las siguientes características:

- ✓ Disminución del tiempo de tránsito intestinal.
- ✓ Disminución del estreñimiento.
- ✓ Factor estimulante del bifidus.
- ✓ Aumento de bifidobacterias.
- ✓ Disminución de bacterias putrefactivas.
- ✓ Disminución de la hinchazón del vientre.
- ✓ Reducción del pH intestinal.
- ✓ Activación del sistema inmune.
- ✓ Mejor reabsorción de algunos minerales.
- ✓ No influye en el nivel de glucosa.

1.2.2.2. Actividades biológicas de los fructooligosacáridos

Según manifiesta MERINO (2004) “La inulina y los fructooligosacáridos (FOS) son considerados como alimentos no digeribles, por lo que no pueden ser hidrolizados por el organismo humano y atraviesa el tracto digestivo sin ser metabolizado, proporcionando calorías inferiores al de la sacarosa. Los FOS son excelentes para las dietas hipocalóricas y de diabéticos.” (pág.18)

1.2.2.3. La clasificación de la FOS

Como manifiesta BERDUGO (2008)

“Los fructanos pequeños son identificados como FOS abreviamos como (GF2-4): GF2 (-1 Cestosa), GF3 (Nitosa) y GF4 (1-β-fructofuranosilnitosa) estos son edulcorantes naturales no calóricos 0.4-0.6 veces tan dulce como la sacarosa, que al ser escasamente hidrolizados por las enzimas digestivas pueden ser ingeridos sin temor por los diabéticos y consumidores preocupados por el contenido de glucosa en la sangre”. (pág.24)

1.2.2.4. Propiedades funcionales de los FOS

De acuerdo al mismo autor “Por sus características funcionales, los FOS se comportan fisiológicamente como fibra dietética soluble al ser ingerido, no sufren modificaciones en su paso por el tracto gastrointestinal, por ello llegan al intestino grueso sin ser ingeridos, casi en su totalidad”. (pág.24)

1.2.3 Agaváceas

Como manifiesta LEÓN (2000) “Las agaváceas son hierbas altas, de tallo simple en Agave o ramificado en yuca. La presencia de cambiumes en el tronco determina que pueden incrementar su volumen con tejidos secundarios, lo cual no es común en las monocotiledóneas”. (pág. 282)

Como expresa IBARRA, BOTERO, CORTES (2010) la composición general de la planta de agave son las siguientes:

TABLA 1. Composición general de la planta de agave

Composición	Porcentaje
Humedad	60
Carbohidratos	25
Fibra y medula	10
Sales minerales	2.5
Otros (proteínas, saponinas, etc.)	2.5

Fuente: IBARRA, BOTERO, CORTES (2010) (pág.15)

1.2.3.1. Potencial agroindustrial

Según VARGAS Jannet “Producción de cabuya en el Ecuador”; 31 de marzo del 2000; <http://www.fda.gov/uso-decabuya/html> citado por FLORES y HURTADO 2010 manifiestan que: “Se reconoce a la cabuya como una planta muy generosa, que ofrece utilidad todos sus componentes desde la pulpa en las hojas hasta su sabia fermentada que se convierte en una bebida. Mediante cualidades de fermentación selectivas la planta de cabuya produce ácido cítrico, ácido láctico y alcoholes”. (pág. 26)

De acuerdo al mismo autor “Los desperdicios del proceso de extracción de la fibra, se aprovechan como fertilizante, abono, y balanceado para animales. El bagazo se puede utilizar como medio de cultivo para champiñones”. (pág. 27)

1.2.3.2. Productos a base de cabuya

Según PARRA, COL (2002) citado por CHANCUSIG (2011) “Se da un listado de los usos, que en algún momento fueron o pueden ser actividades económicamente importantes para los productos tradicionales”. (Pág.19-20-21)

CUADRO 1. Productos derivados de la planta de Agave

USOS	PRODUCTO	PARTE DE LA PLANTA
<i>Alimentación</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓Azúcar ✓Guisos ✓Dulce(mezcal o quiote) ✓Envolver barbacoa ✓Mixiotes ✓Gusano blanco, Gusano rojo ✓Pan de pulque ✓Tortillas 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Exudado del tallo (extracto de piña cocida) ✓Flores y frutos(capsulas frescas) ✓Piña y escapo floral o quiote cocido ✓Hojas (pencas) ✓Cutículas de hojas tiernas ✓Hojas (pencas) ✓Exudado de tallo (piña)
<i>Bebidas</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓Agua miel y sus productos ✓Derivados: Miel (agua miel concentrada) atole de agua miel, pulque, vinagre, jarabe, etc. ✓Destilados: Mezcal, tequila ✓Bacanora, raicilla, sotol. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Tallo(piña) ✓Tallo (piña) cocido
<i>Forraje</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓Bovino, caprino, ovino, porcino, ✓Aves. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Hojas, escapo florales, ✓Flores y parte de la inflorescencia, bagazos, residuos de pulque.
<i>Medicinal</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓Tratar golpes, heridas y lesiones internas (antiinflamatorias), falta de movimiento en miembros, prevención de escorbuto, anemia, por desnutrición. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Hojas (pencas) ,agua miel , mieles y pulque
<i>Agrícola</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓Cerca viva, evitar erosión como formadora de suelo ✓Abono orgánico (fertilizante) ✓Planta líder de ecosistemas 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Planta completa ✓Compostaje de hojas ✓Planta completa

Fuente: PARRA, COL (2002) citado por CHANCUSIG (2011)

1.2.3.3. Descripción de especies

De acuerdo a LEÓN (2000) Especies de agave:

CUADRO 2. Especies de Agave

ESPECIE	DETALLE
SISAL, <i>Agave sisalana</i>	El sisal está formada por un tallo central sin ramificación, hasta de 1.5 m de alto, cubierto por un centenal o más de hojas largas y su tallo es cilíndrico en la base. Cuando la planta alcanza la madurez aparece por el centro de las hojas la floración, la flor tiene el perianto amarillento o verdoso.
HENEQUÉN, <i>Agave fourcroydes</i>	Es de mayor tamaño con un tronco de dos metros de alto, las hojas miden de 1.25 a 2.5 m de largo por 10 a 20 cm de ancho. Los cordones miden de 0.50 a 1.60 m y son de tono amarillo rojizo.
AGAVE AZUL, <i>Agave amaniensis</i>	Las hojas miden de 1.5 a 2 m de largo y cinco a 10 cm de ancho, de color azulado sin espinas.
CANTALA, <i>Agave cantala</i>	Es como el sisal una planta baja, de hojas de 1 a 2.5 m de largo y de cinco a 10 cm de ancho, de color verde oscuro, con numerosas espinas y curvas.
IZTLE, <i>Agave lecheguilla</i>	Del norte de México se usa para la fabricación de brochas y cepillos; en esta especie solo se recoge las hojas más tiernas.
AGAVE DE EL SALVADOR, <i>Agave angustifolia</i>	Tiene un tronco alto, hasta 1.5 m; holas de 1.25 a 2 m por cinco a 10 cm de ancho, de color verde azulado, con numerosas espinas.

Fuente: LEÓN (2000)

CUADRO 2. Especies de Agave. (Continuación)

ESPECIE	DETALLE
MAGUEY , <i>Agave salmiana</i>	Alcanza hasta dos metros de alto; tiene numerosas hojas de hasta dos metros de longitud, escapo floral llega hasta ocho metros de alto; flores amarillas, miden cerca de 10 cm de largo.
CABUYA NEGRA , <i>Agave americana L.</i>	Se utilizan para la preparación del mezcal, una bebida destilada, se distingue por las hojas angostas, de colores verde azulado, provistos de espinas.
FIQUE , CABUYA , <i>Furcraeaspp</i>	Crecen hasta 3000 metros de altura, el tronco lleva una roseta de hojas entre 75 a 150, más delgadas que las del sisal, contiene también menos fibras.
PITEIRA , PITA , <i>Furcraeafotida (f. gigantea)</i>	Es una planta con rosetas de hojas verdes de 1.5 a dos metros de largo por 15 a 20 cm de ancho, en esta y otras especies del género se encuentran plantas con o sin espinas en los bordes de las hojas.
CABUYA , <i>Furcraea cabuya</i>	Del sur de Centroamérica, es posible la misma especie de la anterior, las hojas son de mayor tamaño, de 1.5 a 2.5 m.
FIQUE , <i>Furcraeamacropylla</i>	Es una planta pequeña con el tronco de unos 30 cm de alto, y hojas de 1.5 a 2 m de largo por 7.5 a 15 cm de ancho, los bordes tienen espinas curvas, rojizas y duras.
CHUCHAO , CABUYA , <i>Furcraea andina</i>	Crece hasta los 3000 m en los Andes, es una planta de tronco corto, con hojas de uno a 1.8 m de largo por 12 a 15 cm de ancho.
COCUIZA , <i>Furcraeahumboldtiana</i>	El tronco de esta especie mide hasta 3 m de altura y hojas de 1.8 m de largo por 12 a 15 cm de ancho, de espinas grandes en pares, con los ápices en direcciones opuestas.

Fuente: LEÓN (2000)

CUADRO 2. Especies de Agave (*continuación*)

ESPECIE	DETALLE
PITRE, PITA, <i>Furcraea hexapétala</i>	Es un planta con baja con hojas verdes y planas, 0.8 a 1.7 m de largo por seis a 10 cm de ancho, con bordes espinosos, con espinas rectas en especial hasta el centro de la lámina.
SANSEVIERIA, <i>sansevieria spp</i>	Son plantas perennes, con rizomas subterráneos amarillos y cilíndricos, las hojas brotan en grupos, con bases arrolladas, las láminas son lanceoladas más angostas en la base, hasta de 1.5 m de largo, carnosas, de color verde oscuro o grisáceo, bandas longitudinales amarillas y llevan numerosas flores verduscas.

Fuente: LEÓN (2000)

1.2.4. Cabuya negra

FOTOGRAFÍA 1. Cabuya Negra (*Agave americana L.*)



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis 2016

1.2.4.1. Origen

“Como asegura ROBLES (1992), citado por ARIAS (2013) “En 1753 Linnaeus empleo el nombre de agave, que es derivado de una palabra griega que significa “noble”, para designar a un grupo de plantas oriundas de América” (pág. 25).

Según ROBLES (1992), citado por ARIAS (2013) “Es considerado México el centro de cultivo de agave, aunque en algunas ocasiones se ha considerado Colombia, Cuba y la parte oriental de África”. (pág.25).

1.2.4.2 Importancia

Según: NATURAL STANDARD (2010)

“El agave también se utiliza como una alternativa del azúcar porque contiene fructuosa al 90%, y un índice glucémico bajo. También se obtienen precursores hormonales de esteroides a partir de sus hojas. El pulque que se prepara a partir de las especies de agave es un alimento que se ha estudiado de manera intensiva por su potencial nutritivo entre los habitantes indígenas y del lugar, lo que también constituye un ejemplo de cómo las estrategias locales con base en la alimentación pueden usarse para asegurar la nutrición de micronutrientes.

Como manifiesta: NATURAL STANDARD (2010)

Las estrategias alimenticias tradicionales pueden utilizarse no sólo para aliviar la desnutrición, sino también para desarrollar programas de importancia local que impulsen la transición nutritiva y la prevención de enfermedades crónicas, especialmente entre los habitantes indígenas y del lugar quienes mantienen el conocimiento del uso de las especies alimenticias en sus ecosistemas locales”.

1.2.4.3 Clasificación botánica de la cabuya negra

“Según ROBLES (1992), citado por ARIAS (2013). Es una planta perenne donde su corazón o meristemo está cubierto de grandes hojas dispuestas en forma de roseta, su tallo floral mide aproximadamente 10 metros, la flores aparecen a los 10 años en adelante” (pág.25)

CUADRO 3. Clasificación botánica de la cabuya negra

REINO:	Plantae
DIVISIÓN:	Magnoliophyta
CLASE:	Liliopsida
ORDEN:	Asparagales
FAMILIA:	Agavaceae
ESPECIE:	A. Americana
GENERO:	Agave Americana

Fuente: Sanjuán, Rubén. Gonzales. J.M. Huerta, M. (2000). Fuente y arte del piteado. Universidad de Guadalajara. ISBN 968-895-930-8.

1.2.4.4 Morfología

Según FLORES (2005) citado por JURADO (2009)

“Los agaves se propagan mediante bulbillos que son brotes vegetativos que se generan en los pedúnculos florales, en el tallo y entre una hoja y otra (brote axial), sin embargo para el agave americana esta práctica no es usual, ya que no es común hallar dichos brotes vegetativos o son muy escasos. En el agave americana principalmente se utiliza los hijuelos que nacen de los rizomas de la planta madre, para posteriormente ser trasplantados cuando alcanzan una hasta de 50 cm”. (pág. 6)

1.2.4.5 Cultivo

De acuerdo a CHICO (2012) citado por AYORA, QUITO (2013)

El cultivo del penco negro se localiza en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Cotopaxi, Chimborazo, Bolívar, Azuay, Cañar, Loja, Guayas y Manabí. En muchos lugares del país, se lo utiliza, como cerco, planta ornamental, no obstante, es una especie que puede ser incorporada en sistemas agroforestales para la conservación del medio ambiente. (pág. 29)

1.2.4.6 Usos

Según GARCÍA, MÉNDEZ, TALAVERA (2001) citado por GUILLERMO, MACÍAS (2014)

Uno de los usos más relevantes de un número importante de especies de Agave; es la elaboración de mezcal o tequila y representa una actividad económica en potencia para el desarrollo de las regiones productoras de agave. El maguey está disponible para su uso en la elaboración de mezcal cuando adquiere una edad entre los 7 y los 12 años (punto de madurez fisiológica), lo que varía según la especie y de las condiciones agroecológicas y ambientales a las que hayan sido expuestos. (PAG.19)

CUADRO 4. Usos que se les da a varias especies de agave, productos y parte de la planta empleada

USOS		PARTE DE LA PLANTA
CONSTRUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none">✓ Cercas, casas, corrales.✓Tejas, canales para coleccionar agua de lluvia.✓Materiales compuestos: resinas termoplásticas o termófilas, fibras.	<ul style="list-style-type: none">✓Escapo floral (quite)✓Hojas✓Residuo de fibra
FIBRAS	<ul style="list-style-type: none">✓Cordelería, y cestería. Escobetillas y cepillos para limpieza.✓Estropajos, tejido y vestuario.	<ul style="list-style-type: none">✓Fibras de hoja

Fuente: GARCÍA, MÉNDEZ, TALAVERA (2001) citado por GUILLERMO, MACÍAS (2014)

CUADRO 4. Usos que se les da a varias especies de agave, productos y parte de la planta empleada. (Continuación)

USOS		PARTE DE LA PLANTA
ORNAMENTAL	✓ Arcos florales	✓ Fibras de las hojas
	✓ En jardines, calles	✓ Planta completa
DOMÉSTICO	✓ Jabón o detergente para trastes y ropa.	✓ Hojas, tallos y raíces
	✓ Macetas, recipientes para agua.	✓ Hojas y tallo (piña)
OTROS USOS	✓ Industria química, farmacéutica, medicamentos y productos esteroides (saponinas).	✓ Hojas, raíces, tallo y semilla.
	✓ Productos de celulosa para papel. Producción de etanol, celulosa y glucosados.	✓ Hojas (pulpa, residuos del desfibramientos, bagazo) Jugos

Fuente: GARCÍA, MÉNDEZ, TALAVERA (2001) citado por GUILLERMO, MACÍAS (2014)

1.2.4.7. Usos tradicionales de la cabuya negra

“Según LEON (1987) citado por ARIAS (2013) “La producción de fibras agaváceas se usan en la preparación de productos químicos y de bebidas refrescantes, fermentadas, destiladas. Muchas especies son cultivadas por su valor ornamental y para la elaboración de papel rústico”. (pág. 26)

1.2.4.8 Valor nutricional de la cabuya negra

Según (BERUMEN 2009) citado por CHANCUSIG (2011)

Uno de los principales contenidos del cabuyo es precisamente la inulina que es un polisacárido, por lo que al ser cocido se le somete a una solubilización, es decir se le hace soluble y posteriormente se le somete a una hidrólisis que es la descomposición de un compuesto químico por la acción del agua, transformándola en azúcares fermentables, dando como resultado la fructuosa y 22 lebulosa. Estos últimos, polisacáridos, son cadenas de azúcares de mejor calidad y más costosa que la que se obtiene de la caña de azúcar, que es más barata. (Pag.21-22)

De acuerdo al mismo autor citado por CHANCUSIG (2011) “Refiriéndonos a la fructuosa, es preciso señalar que es un endulzante natural, tolerada por muchas personas diabéticas, debido a que no se absorbe tan rápidamente como el azúcar derivado de la caña, misma que se absorbe instantáneamente por el cuerpo humano, produciendo una subida y una bajada rápida de energía”. (pág. 22)

1.2.4.9. Clima y suelo

Según TERRANOVA (1995) citado por DEFAZ (2000) “El agave necesita para su buen desarrollo un clima tropical o subtropical, no es exigente al agua y prospera bien en climas secos.” (pág. 31)

Como afirma el MANUAL TÉCNICO AGROPECUARIO (1996) citado por DEFAZ (2000)” Se desarrolla mejor en suelos francos arcillosos, variado al arenoso, bien drenado; sueltos o porosos, por lo que el sistema de raíces es muy activo y demanda grandes cantidades de oxígeno. Requiere de suelo con un pH de 7.0”. (pág. 32)

1.2.4.10. Hábitat

De acuerdo a GUILLOT, DER, LAGUNA, ROSSELLÓ 2008 “Como aláctona (ácido y alcohol) todo tipo de medios alternados, terrenos incultos, márgenes de caminos, taludes, etc”. (pág. 22).

1.2.4.11. Floración

FOTOGRAFÍA 2. Floración de la cabuya negra



Elaborado por: Lorena, Taco Luis 2016

Según GUILLOT, DER, LAGUNA, ROSSELLÓ 2008. “La floración del agave americana es en los meses de Julio a Septiembre”. (pág. 22)

De acuerdo a LEÓN (1987) citado por DEFAZ (2000)

“Las flores tienen perímetro amarillento verdoso, de seis partes unidas en la base de un tubo y libres arriba. Hay seis estambres, que sobresalen del perímetro; el pistilo de ovario súpero, termina en un estilo cilíndrico. Las flores que primero se abren son las situadas en las ramas inferiores y en el periodo de floración puede durar más de un mes. Los estambres desarrollan los filamentos fuera de la flor y las anteras sueltan el polen antes de que los pistilos sean respectivos la polinización cruzada es normal y ocurre por insectos o por el viento”. (pág. 24-25)

1.2.4.12. Hojas y fibra

FOTOGRAFÍA 3. Hojas de la cabuya negra



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis 2016

De acuerdo a LEÓN (1987) citado por DEFAZ (2000)

“Las hojas son el principal medio de almacenamiento de agua y sustancias nutritivas. Están colocadas siguiendo varias espirales, de modo que entre una hoja y la que está colocada en la misma línea vertical, arriba y abajo hay 34 hojas intermedias. Esto permite a la planta aprovechar muy eficientemente la luz, sin lo cual las hojas crecerían delgadas y flácidas, así como para recoger el agua de lluvia, muy escasa en el hábitat original y conducirla hasta la base de la planta, donde es absorbida por las raíces”. (pág. 26)

De acuerdo a LEÓN (1987) citado por DEFAZ (2000)

“Esta fibra se halla en el centro de la hoja pero son más abundantes hacia la periferia de ambos lados; corren en toda la longitud de la lámina y constituyen su principal soporte. Se forman de grupos de células largas y delgadas algunas de hasta 5 metros de longitud de paredes muy gruesas. Estas fibras son las más resistentes, pues no se rompen al extraerlas y de su número y peso dependen el rendimiento en una hoja hay alrededor de 1000 fibras”. (pág. 27)

1.2.4.13. Fruto

FOTOGRAFÍA 4. Fruto de la cabuya negra



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis 2015

Según como expresa (FLORES 2005; BAUTISTA 2006) citado por DUQUE (2013) “Es una capsula prismática oblonga de 4 cm de largo y lleno de semillas .al secarse los frutos quedan ligeramente abiertos .las semillas son planas de color negro, miden aproximadamente de 6 a 8 mm”.

 (pág. 26)

1.2.5. Agave sisal

FOTOGRAFÍA 5. Agave Sisal (*Agave sisalana P.*)



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis 2016

1.2.5.1. Origen

Según MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES DEL ECUADOR (1993) citado por ARIAS (2103) “Es una especie de fanerógama nativa de los Andes Ecuador-Colombo-venezolanos. Muy difundida en los Andes orientales colombianos”. (pág. 27)

1.2.5.2. Importancia

Según MAITI (1995). “El sisal (*Agave sisalana P.*) es una de las principales fuentes de fibras duras de mayor importancia en los países tropicales. La fibra se obtiene de la hoja y se emplea en la fabricación y trenzado de cuerdas; cuando es de baja calidad, se usa para rellenar muebles y fabricar papel”.(pág. 124)

1.2.5.3. Clasificación botánica de la Cabuya Blanca

Como expresa el MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES DEL ECUADOR (1993) citado por ARIAS (2103). “Planta adulta con tronco de tres centímetros de espesor, hojas verdes de forma lineal-lanceolada de 5 a 20 cm de largo y de 8 a 14 cm de ancho, con bordes lisos, dentados o acerrados. Caso especiales de 60 a 70”. (pág.27)

1.2.5.4. Morfología

FOTOGRAFÍA 6. Vástago floral del agave sisal



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis 2015

De acuerdo a MAITI (1995).

“Cuando la planta tiene una edad promedio de ocho años, emite un vástago floral desde el ápice de 3 a 7m de altura, conocido como quiote, garrocha o pitaco, según el país; después de emitir el vástago ramificado, las flores aparecen y se desarrollan los bulbillos que caen al suelo y pueden germinar; raramente se producen semillas. Los frutos son cápsulas que contienen algunas semillas; maduran alrededor de seis meses después de que la floración ha terminado. Las semillas son delgadas, de forma triangular, aplanadas y de color oscuro”.(pág. 126)

Como manifiesta FLORES (2005) citado por ARIAS (2013)

“Las hojas son de color verde grisáceo, es una planta madura mide de 1.20 a 2.00 m de largo, son lanceoladas y carnosas, ligeramente cóncavas hacia arriba sin peciolo y con un ancho en la base de hasta 30 cm, posee bordes firmes con una hilera de espinas terminando en el vértice con una espina de 3cm a 5cm de largo” (pág. 30)

CUADRO 5. Clasificación botánica de la cabuya blanca

REINO:	Plantae
DIVISIÓN:	Magnoliophyta
CLASE:	Liliopsida
ORDEN:	Asparagales
FAMILIA:	Agavaceae
GENERO:	FurcraeaVent
ESPECIE:	F. andina

Fuente: CAVALIER-SMITH.2004. Only six kingdoms of life. ProcBiolSci. 271:1251-62 citado por ARIAS.

1.2.5.5. Cultivo

Según AYORA, QUITO (2013)

1.Condición del suelo

Arcilloso con buen drenaje, permeable, ambulante en elementos derivados del bástalo y hierro, fértiles, pH entre 5.0-6.5

2.Condiciones ambientales

Este se refiere a la serie de acontecimientos naturales que debe ayudar para que la planta se desarrolle sin, ningún problema, de esta manera en un tiempo determinado se puede extraer mishqui. (pag.30)

3.Exigencias del suelo

- ✓ **Altitud:** Esta planta se adapta muy bien a una altura mínima de 220 msnm, hasta un máximo de 2700 msnm.

- ✓ **Clima:** Siento originaria de regiones altas y semi-desérticas, esta planta resulta resistente al frío, como a la sequedad, se la puede considerar a su vez una planta xerófila, dando que resiste bien a las sequías, almacenando en sus hojas el agua de las lluvias la cuales necesitan para su conservación.
- ✓ **Temperatura:** Suele oxilar entre 19°C- 32°C.
- ✓ **Humedad:** La planta necesita un 70-90%

1.2.5.6. Usos de la cabuya blanca

Según expresa: ESTÉVEZ (2012)

Las hojas en decocción son dadas a tomar para combatir el estreñimiento y se cultiva para hacer sogas, la savia es extraída antes de sacar la fibra, para hacer jabón, tónicos que se venden como purificadores de sangre, los campesinos utilizan el líquido extraído de las hojas para aplicarlo en la cabeza cuando hay piojos y en la piel para la sarna. Además de sacar fibra para elaborar cordeles y sogas, es en la fabricación de fármacos, entre ellos esteroides como hormonas sexuales, tanto masculina como femenina y corticosteroides de indicaciones muy amplias en medicina.

1.2.5.7. Usos tradicionales

Según MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES DEL ECUADOR (1993) citado por ARIAS (2013) “Es utilizada en la elaboración de costales para transportar el café de Colombia, al igual que uso tradicionales como: zapatos cuya suela es de goma y su tela son trenzados de la planta del fique, hamacas, redes y cuerdas, bolsos, cinturones”. (pág. 28)

Como dice REMUSSI (1956) citado por ARIAS (2013) “El agave será utilizado cuando haya cumplido de 4 a 5 años después de su siembra una de sus características en su tamaño, cuál debe ser mediano, ya que al tener más años se encontraría en estado maduro y la extracción de mosto será difícil”. (pág. 34)

1.2.5.8. Clima y suelo

Como manifiesta MAITI (1995) “El sisal es por naturaleza una planta tropical; sin embargo, se ha adaptado a la mayoría de las regiones templadas del mundo, aunque se daña fácilmente por las heladas y fluctuaciones de temperatura”. (pág. 127)

1.2.5.9. Hábitat

Según GUILLOT, DER, LAGUNA, ROSSELLÓ 2009 manifiestan que el agave crece en “Matorrales aclarados, herbazales nitrófilos, en zonas cercanas al hombre, alternadas” (pág. 15)

1.2.5.10. Floración

FOTOGRAFÍA 7. Floración



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis 2015

De acuerdo al mismo autor. “La floración del agave se da en los meses de Junio a Agosto”. (pág. 75)

1.2.5.11. Hojas y fibras

FOTOGRAFÍA 8. Hojas del agave sisal



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis 2015

Según PAREDES (1959) citado por ARIAS (2013)” Las hojas son el principal medio de almacenamiento de agua y sustancias nutritivas, aprovecha muy eficientemente la luz” (pág. 30)

1.2.5.12. Fruto

FOTOGRAFÍA 9. Semillas del agave sisal



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis 2015

Según LEÓN (2000) “Los frutos son capsulas de tres celdas, llenas de semillas planas y negruzcas. Es muy corriente que en el sisal no se desarrollen los frutos normalmente, pues la flor completa cae poco después de abrirse, debido que hay una zona activa de abscisión en el pedicelo”. (pág. 483)

1.2.6. Extracción

Según COSTA, CERVERA, CUNILL, ESPLUGAS, MANS, MATA (2004)

“La extracción es un operación unitaria de transferencia de materia basada en la disolución de uno o varios componentes de una mezcla (líquida o que formen parte de un sólido) en un disolvente selectivo. Se hace la distinción entre la extracción solido-líquido y la extracción líquido-líquido según que la materia a extraer este en un sólido o en un líquido, respectivamente. En este último caso, obviamente, el disolvente ha de ser inmiscible con la fase líquida que tiene el soluto”. (pág. 49)

1.2.6.1. Método para realizar la extracción

Como dice LAMARQUE, ZYGADLO, LABUCKAS (2008) “El método consiste en disolver la mezcla orgánica a separar en un disolvente con las siguientes características; debe ser inerte, inmiscible con el agua, y poseer un bajo punto de ebullición”. (pág. 46)

1.2.6.2. Alcohol etílico (etanol)

Como manifiesta HILL, KOLB (1999) “El alcohol etílico ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) también llamado como etanol o alcohol de grano. La mayor parte de etanol se elabora por fermentación de granos (o de otros materiales que contienen almidón o azúcares)”. (pág. 234)

1.2.6.3. Alcohol industrial

Según HILL, KOLB (1999) “El alcohol industrial es exactamente igual al que se fabrica por fermentación y en términos generales más económico, pero por ley no se puede utilizar en bebidas alcohólicas. Puesto que no pagan impuesto al consumo, la ley exige que se agreguen sustancias nocivas al alcohol para impedir que las personas lo beban. El *alcohol desnaturalizado* resultante no es apropiado para beberse, este tipo de alcohol que es común encontrar en los anaqueles de laboratorios químicos”. (pág. 234)

Como dice HERNÁNDEZ “El alcohol es fundamental para otras industrias: se emplea como materia prima y auxiliar en las áreas química, farmacéutica, alimentaria, medicinal y cosmética”. (pág. 109)

1.2.6.4. Los principales usos y aplicaciones del alcohol etanol

Según: QUIMINET (2015)

“El alcohol etílico no sólo es el producto químico orgánico sintético más antiguo empleado por el hombre, sino también es uno de los más utilizados a nivel industrial. El alcohol etílico o etanol es un alcohol que se presenta como un líquido incoloro e inflamable con un punto de ebullición de 78 °C. Al mezclarse con agua en cualquier proporción da una mezcla azeotrópica”.

1.2.6.5. Usos del alcohol

Como dice la página web QUIMINET (2015) “Las industrias emplean con frecuencia el alcohol etílico en sus productos”:

- ✓Disolvente industrial
- ✓Disolvente de pinturas
- ✓Disolvente para barnices
- ✓Disolvente para condimentos
- ✓Disolvente para lacas
- ✓Disolvente para perfumes
- ✓Es utilizado como solvente
- ✓Ideal para preparar soluciones
- ✓Medio para reacciones químicas
- ✓Medio para re cristalizaciones
- ✓Rebajante de thinner
- ✓Usado como solvente
- ✓Usado en flexografía
- ✓Utilizado como adelgazador de tintas tipográficas.

1.2.7. El rotavapor

FOTOGRAFÍA 10. El Rotavapor



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis 2015

Como dice: PREZI (2013)

“El Rotavapor es un sistema de destilación que funciona a baja temperatura y presión, este a su vez permite conservar los compuestos aromáticos volátiles que se pierden durante la reducción al vacío tradicional. Lo que hace el rotavapor es crear un vacío de aproximadamente 0.2 atm (la habitación estará en torno a 1 atm) gracias a una trompa de agua. Puede hacer compuestos que hierven a 170°C (tendría que evaporarlos con baño de aceite en condiciones normales) hiervan, por ejemplo, a 50°C, debido a la menor presión”.

1.2.7.1. Principio de funcionamiento del rotavapor

Según: MANUAL DE INSTRUCCIONES DE ROTAVAPOR (2009) “Con un Rotavapor, se llevan a cabo destilaciones de una sola etapa de forma rápida y respetuosa con el producto. La base de este método es la evaporación y la condensación de disolventes utilizando un matraz evaporador rotativo bajo vacío. Destilar productos bajo vacío incrementa el rendimiento y ayuda a proteger los productos”.

1.2.7.2. Aplicaciones estándares del vacío

Según: MANUAL DE INSTRUCCIONES DE ROTAVAPOR (2009) “Gracias a su sofisticado sistema de sellado, se puede alcanzar un nivel de vacío estable en combinación con un controlador de vacío y una bomba de vacío. El vacío también elimina emisiones de vapor es no deseadas o peligrosas durante el proceso y es un importante elemento de seguridad. La presión baja disminuye el punto de ebullición del medio dentro del rotavapor. Esto permite tratar el producto con delicadeza incluso con un rendimiento de evaporación superior comparado con el manejo a presión ambiental

1.2.7.3. Superficie de evaporación

Según: MANUAL DE INSTRUCCIONES DE ROTAVAPOR (2009) “El disolvente se calienta por medio de un baño calefactor. Con los líquidos, la mezcla turbulenta dentro del matraz de evaporación rotativo da lugar a un rango de evaporación incrementada. La rotación también previene un sobrecalentamiento local de la mezcla y la vibración”.

1.2.7.4. Accionamiento de rotación con conducto de vapor incluido

Según: MANUAL DE INSTRUCCIONES DE ROTAVAPOR (2009) “La unidad de accionamiento garantiza que el matraz de evaporación rote de forma uniforme. El conducto de vapor integrado transporta el vapor desde la superficie de evaporación hasta la de refrigeración”.

1.2.7.5. Superficie de refrigeración

Según: MANUAL DE INSTRUCCIONES DE ROTAVAPOR (2009) Del vapor del disolvente fluye muy rápidamente hacia dentro del condensador. Allí, la energía del vapor de disolvente se transfiere al refrigerante (agua, en la mayoría de los casos), de forma que se condensa el disolvente”.

1.2.7.6. Matraz receptor

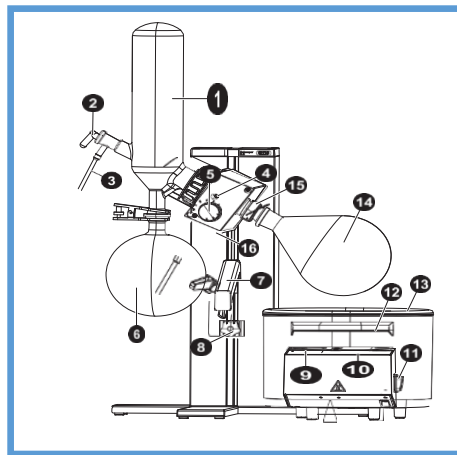
Como dice: MANUAL DE INSTRUCCIONES DE ROTAVAPOR (2009) “El matraz receptor recoge el disolvente condensado”.

1.2.5.7. Vacío

De acuerdo a: MANUAL DE INSTRUCCIONES DE ROTAVAPOR (2009) “El vacío reduce la temperatura de ebullición, incrementándose así el rendimiento de la destilación. El rendimiento de la evaporación están influenciado por la presión de la destilación (vacío), la temperatura del baño calefactor y la velocidad de rotación y el tamaño del matraz de evaporación.

1.2.7.8. Vista de la parte delantera del rotavapor

GRÁFICO 1. Vista delantera del rotavapor



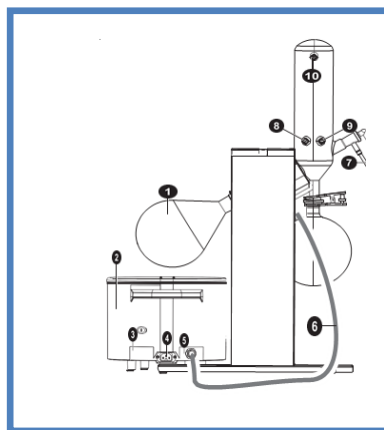
Fuente:http://www.equipar.com.mx/web2012/wpcontent/uploads/2012/info_man/buchi/Manual_Operacion_R-3.pdf

1. Condensador
2. Llave de vidrio para control del vacío
3. Tubo para alimentación continuada del matraz de evaporación con disolvente
4. Tecla de bloqueo para bloquear la unidad de accionamiento
5. Botón de la velocidad de rotación del matraz de evaporación
6. Matraz receptor para disolvente condensado

7. Elevador rápido para subir y bajar el matraz de evaporación
8. Tope de parada vertical
9. Indicador del baño calefactor
10. Botones para ajustar la temperatura del baño calefactor
11. Conmutador principal
12. Asa del baño calefactor
13. Baño calefactor de acero inoxidable
14. Matraz de evaporación
15. Combi-clip
16. Palanca de fijación para ajustar el ángulo de inmersión

1.2.7.9. Vista de la parte trasera del rotavapor

GRÁFICO 2. Vista de la parte trasera del rotavapor



Fuente: http://www.equipar.com.mx/web2012/wpcontent/uploads/2012/info_man/buchi/Manual_Operacion_R-3.pdf

1. Matraz de evaporación
2. Baño de agua
3. Fusible
4. Suministro de corriente para baño calefactor
5. Suministro de corriente para la unidad de accionamiento del R-3(24VDC)
6. Cable de conexión entre el baño calefactor y la unidad de accionamiento
7. Tubo de reposición
8. Conexión del agua de refrigeración del condensador

9. Conexión del agua de refrigeración del condensador
10. Conexiones de vacío al condensado

1.2.8. La Liofilización

FOTOGRAFÍA 11. Liofilizador



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis 2015

Según RAMÍREZ (2006)

“La liofilización es un proceso de estabilización en el cual el material primero se congela y se concentra el solvente, comúnmente el agua reduciéndola mediante sublimación y desorción, a niveles que no sostendrán más el crecimiento biológico o las reacciones químicas, consta de tres fases: sobre congelación, desecación primaria y desecación secundaria”.
(pág. 2)

De acuerdo a RAMÍREZ (2006) “Liofilización es una forma de desecado en frío que sirve para conservar sin daño a los materiales biológicos, el producto se conserva con muy bajo peso y a temperatura ambiente manteniendo estable todas sus propiedades al rehidratarse”. (pág.3)

1.2.8.1. Aplicación

Como manifiesta RAMÍREZ (2006)

“La liofilización da lugar a productos alimenticios de más alta calidad que con cualquier método de secado, el factor principal es la rigidez estructural que se preserva en la sustancia congelada

cuando se verifica la sublimación, esto evita el colapso de la estructura porosa después del secado al añadir agua posteriormente el producto rehidratado retiene la mayor parte de su estructura original”. (Pág.4-5)

1.2.8.2. Etapa de la liofilización

Como dice RAMÍREZ (2006) “La liofilización involucra varias etapas”.

- ✓ Congelación (y acondicionamiento en algunos casos) a bajas temperaturas.
- ✓ Secado por sublimación del hielo (o del solvente congelado) del producto congelado generalmente a muy baja presión generalmente se estudia en dos etapas a saber: etapa primaria de y secundaria de secado.
- ✓ Almacenamiento del producto seco en condiciones controladas.

1.2.8.3. Aplicaciones en la industria de los alimentos

Como manifiesta PARZANESE (2007) “La liofilización se aplica en los siguientes productos alimenticios”.

CUADRO 6. Productos liofilizados

SECTORES	PRODUCTOS LIOFILIZADOS
Cárnicos	✓Carne bovina ✓Carne aviar: pechuga de pollo, pechuga de pavo, muslo de pollo. ✓Carne porcina: jamón, lomo
Frutas	✓Frutillas. Fresas, banana, ananá, moras, frambuesa
Vegetales	✓Vegetales Espárrago, choclo, zanahoria, brócoli, coliflor, apio, papa, hongos, aceituna, espinaca, ajíes, arroz, arvejas, cebolla.
Quesos	✓Queso Prato, Queso Mozzarella, Queso Provolone, Queso Blanco.
Otros	✓Café, sopas, zumos de frutas, levaduras, caldos, salsas, especias, champiñones.

Fuente: PARZANESE (2007)

Como dice PARZANESE (2007) “Por medio de la liofilización se puede extraer más del 95% de agua contenida en un alimento, lo que se traduce en un gran beneficio con relación al costo del transporte ya que permite cargar mayor cantidad de mercadería sin necesidad e cadena de frio (se logra un producto más estable microbiológicamente)”. (pág.2)

Según PARZANESE (2007) “Al finalizar el proceso de liofilización, el alimento se convierte en una estructura rígida que conserva la forma y el volumen pero con peso reducido, preservando sus características nutritivas y organolépticas. Al rehidratarlo se recuperaran la textura, el aroma y el sabor original.”(pág.2)

1.2.8.4. Proceso de liofilización

Según manifiesta: GRUPO GIDOLQUIM

✓ **Congelación de las muestras**

En las liofilizaciones, la congelación de los productos es una etapa importante puesto que influye directamente en la apariencia y en la calidad del producto final. Habitualmente se introduce la muestra en nitrógeno líquido (-196°C) o en un baño de nieve carbónica y acetona (-78°C) hasta que congele totalmente.

✓ **Secado del producto congelado por sublimación**

Se introduce la muestra congelada en uno de los recipientes de la cámara de sublimación y se conecta el vacío con cuidado. Si existen otros productos que se están liofilizando en otros recipientes conectados a la cámara, tendremos que cerrar las llaves de cada uno de ellos, abrir la nuestra, y cuando éste haya llegado al vacío, abrir todas las demás.

✓ **Almacenamiento del producto**

Los productos liofilizados y adecuadamente cerrados se pueden guardar por largos períodos de tiempo con la retención de las propiedades físicas, químicas, biológicas y organolépticas de sus estados originales.

1.3. Glosario de términos

- ✓ **Agave.-** Plantas de hojas grandes y carnosas que nacen directamente de la raíz y están bordeadas de pinchos, flores amarillas sobre un alto tallo central, es originaria de terrenos secos de América.
- ✓ **Astringente.-** Astringente o estíptico es cualquiera de las sustancias que con su aplicación externa local (tópica), retraen los tejidos y pueden producir una acción cicatrizante, antiinflamatoria y antihemorrágica.
- ✓ **Azeotrópica.-** Es una mezcla de uno o más compuestos químicos, en los que la composición del líquido y del vapor son iguales, por lo que al no haber cambio en la misma, el punto de ebullición es constante, comportándose como si se tratase de una sustancia pura.
- ✓ **Bagazo.-** Es el residuo de materia después de extraído su jugo.
- ✓ **Bifidus.-** Bacteria utilizada como aditivo alimentario en la elaboración de ciertos productos lácteos
- ✓ **Calorías.-** Es una unidad de energía del Sistema Técnico de Unidades, basada en el calor específico del agua. Aunque en el uso científico y técnico actuales la unidad de energía es el julio (del Sistema Internacional de Unidades), todavía se utiliza la caloría para expresar el poder energético de los alimentos.
- ✓ **Cambiumes.-** Capa de células dispuestas entre el xilema y el floema que contribuye al engrosamiento de la planta.
- ✓ **Características morfológicas.-** Se denomina la rama de una disciplina que se ocupa del estudio y la descripción de las formas externas de un objeto.

- ✓ **Caracterización.-** La caracterización es una fase descriptiva con fines de identificación, entre otros aspectos, de los componentes, acontecimientos (cronología e hitos), actores, procesos y contexto de una experiencia, un hecho o un proceso.
- ✓ **Climas semiáridos.-** Son el segundo tipo de clima más seco después de los desiertos. Las regiones semiáridas reciben ligeramente más precipitaciones que las regiones desérticas.
- ✓ **Compuestos.-** Del latín compositus, compuesto es un término con distintos usos y significados. Uno de los más usuales hace referencia al elemento creado a partir de la suma de distintas partes.
- ✓ **Chancaca.-** Dulce sólido en forma de tabletas que se elabora con melaza de caña de azúcar y maní molido.
- ✓ **Descomposición.-** Se denomina descomposición al acto y consecuencia de descomponer o descomponerse (es decir, de generar desorden, segmentar las partes de un compuesto, averiar, entrar en estado de putrefacción o perder el estado saludable).
- ✓ **Desérticas.-** Es característico de regiones con clima árido y seco. Estos suelos son improductivos debido a su baja capacidad para retener el agua y a sus propiedades químicas.
- ✓ **Desorción.-** La desorción es la operación, inversa de la absorción, en la cual se produce la extracción de la fracción volátil de una disolución mediante el contacto del líquido con un gas; la transferencia de masa ocurre desde el líquido al gas.
- ✓ **Dietético.-** Es aquel en el cual uno de sus ingredientes principales ha sido reemplazado por otro que le otorga características funcionales dentro del organismo.

- ✓ **Especies.-** Una especie es un conjunto formado por cosas semejantes que tienen uno o más caracteres en común. La palabra proviene del latín especies y se utiliza en diversos contextos.
- ✓ **Extracción.-** La extracción es la técnica empleada para separar un producto orgánico de una mezcla de reacción o para aislarlo de sus fuentes naturales. Puede definirse como la separación de un componente de una mezcla por medio de un disolvente.
- ✓ **Fanerógama.-** Son todas aquellas plantas vasculares que poseen Flores visibles para la reproducción sexual, de ahí la denominación de Fanerógamas (fanero= visible, gamos=sexo).
- ✓ **Fermentación.-** La fermentación es un proceso catabólico de oxidación incompleta, totalmente anaeróbico, siendo el producto final un compuesto orgánico.
- ✓ **Ferocidad.-** es una palabra que puede significar distintas cosas en distintas situaciones, especialmente cuando se la utiliza de forma correcta.
- ✓ **Flexografía.-** Es una técnica de impresión que utiliza una placa flexible con relieve, es decir, que las zonas impresas de la forma están realizadas respecto de las zonas no impresas.
- ✓ **Gástricos.-** Es una mezcla de secreciones de varias células epiteliales especializadas tanto superficiales como de las glándulasgástricas. Su composición química consiste en agua, ácido clorhídrico, trazas de cloruro de potasio, cloruro de sodio, bicarbonato, enzimas y mucus
- ✓ **Henenquen.-** Planta de hojas radicales largas, triangulares, carnosas, terminadas en un fuerte agujón, y flores amarillentas en ramillete sobre un bohordo central; es originaria de México; se emplea en la fabricación de fibras textiles y en la elaboración de pulque, mezcal y tequila.

- ✓ **Horadación.-** Hacer un agujero en una cosa atravesándola de parte a parte.
- ✓ **Ingesta.-** Acción de introducir un alimento o bebida u otra cosa en la boca para digerirlo.
- ✓ **Inocuidad.-** Es un concepto que se refiere a la existencia y control de peligros asociados a los productos destinados para el consumo humano a través de la ingestión como pueden ser alimentos y medicinas a fin de que no provoquen daños a la salud del consumidor.
- ✓ **Isotónica.-** Se llama bebidas isotónicas, bebidas rehidratantes o bebidas deportivas a las bebidas con gran capacidad de rehidratación. Incluyen en su composición bajas dosis de sodio, normalmente en forma de cloruro de sodio o bicarbonato sódico, azúcar o glucosa y, habitualmente, potasio y otros minerales.
- ✓ **Merma.-** Disminución en el número o en el tamaño de una cosa
- ✓ **Métodos.-** Método es un modo, manera o forma de realizar algo de forma sintética, organizada y/o estructurada. Hace referencia a una técnica o conjunto de tareas para desarrollar una tarea.
- ✓ **Nutritiva.-** Es principalmente el aprovechamiento de los nutrientes. Encargada del estudio y mantenimiento del equilibrio homeostático del organismo a nivel molecular y macro sistémico, garantizando que todos los eventos fisiológicos se efectúen de manera correcta, logrando una salud adecuada y previniendo enfermedades.
- ✓ **Obtención.-** Producción de una cosa a partir de otra o extracción de un material que se encuentra en un lugar.
- ✓ **Oligosacáridos.-** Los oligosacáridos son polímeros de hasta 20 unidades de monosacáridos. La unión de los monosacáridos tiene lugar mediante enlaces glicosídicos, un tipo concreto de enlace acetálico. Los más abundantes son

los disacáridos, oligosacáridos formados por dos monosacáridos, iguales o distintos. Los disacáridos pueden seguir uniéndose a otros monosacáridos por medio de enlaces glicosídicos.

- ✓ **Oriundas.-** Se refiere a algo o alguien que proviene originalmente de algún lugar. Este término se utilizó especialmente en España para referirse a una serie de deportistas, nacidos en América Latina, cuyos ascendientes fueron emigrantes españoles. El término también se utiliza en un sentido similar en Italia.
- ✓ **Ornamental.-** Es aquella que se cultiva y se comercializa con propósitos decorativos por sus características estéticas, como las flores, hojas, perfume, la textura de su follaje, frutos o tallos en jardines y diseños paisajísticos, como planta de interior o para flor cortada.
- ✓ **Parénquima.-** Es un término histológico que tiene diferente significado según los tejidos estudiados sean animales o vegetales.
- ✓ **Perenne.-** Una planta perenne, aquella que vive durante más de dos años o, en general, florece y produce semillas más de una vez en su vida.
- ✓ **Presentación.-** La presentación es el proceso mediante el cual dispone contenido de frases comunes de un tema para una audiencia. Una presentación es una forma de ofrecer y mostrar información de datos y resultados de una investigación.
- ✓ **Rústico.-** El espacio rural es el territorio no urbano de la superficie terrestre o parte de un municipio que no está clasificada como Área Urbana o de Expansión Urbana: Áreas no urbanizadas al menos en su mayor parte o destinadas a la limitación del crecimiento urbano, utilizadas para actividades agropecuarias, agroindustriales, extractivas, de silvicultura y de conservación ambiental.

- ✓ **Sensorial.-** Obedece a los estímulos cerebrales logrados a través de los 5 sentidos, vista, olfato, tacto, auditivo, gusto, los cuales dan una realidad física del ambiente.
- ✓ **Sofisticado.-** Se aplica a la persona que se comporta de forma distinguida y elegante, poco natural.
- ✓ **Solubilización.-** Se trata de una medida de la capacidad de una cierta sustancia para disolverse en otra.
- ✓ **Trenzados.-** Es un tipo de estructura o patrón que se caracteriza por entrecruzar tres o más tiras de algún material fácilmente manipulable o flexible como alambre, material textil o cabello.
- ✓ **Variedad.-** Una población de plantas o clones distintivo, comúnmente una que posee bastantes características deseables para ser cultivada.
- ✓ **Vástago.-** Tallo nuevo que brota de un árbol o de una planta.
- ✓ **Xerófila.-** Se aplica al organismo que está adaptado para vivir en lugares o ambientes secos.

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se detallará los diferentes recursos, materia prima, materiales, equipos, reactivos e insumos utilizados para la “Obtención y caracterización de la inulina a partir de dos variedades de agave cabuya negra (*Agave americana L*) y agave sisal (*Agave sisalana P.*) con tres concentraciones de alcohol (40, 60, 80%) en los laboratorios académicos de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el periodo 2015-2016” así como también la ubicación del ensayo, métodos, técnicas y diseño experimental.

2.1. Recursos, materia prima, equipos utilizados en el ensayo

2.1.1. Recursos humanos

Autores:

- ✓ Lorena Soledad Molina Chasiquiza
- ✓ Luis Armando Taco Taco

Directora de tesis:

- ✓ Ing. Gabriela Beatriz Arias Palma

2.1.2. Materiales de laboratorio

- ✓ Vasos de precipitación de 1000ml de plástico.
- ✓ Vasos de precipitación de 1000ml de vidrio.

- ✓ Vasos de precipitación de 100ml de plástico.
- ✓ Vasos de precipitación de 100ml de vidrio.
- ✓ Gradilla para tubos de ensayo.
- ✓ Tubos de ensayo de 50ml de plástico.
- ✓ Probeta de 1000ml de vidrio.
- ✓ Probeta de 500ml de vidrio.
- ✓ Probeta de 100ml de vidrio.
- ✓ Plancha de agitación magnética.
- ✓ Varilla de agitación.
- ✓ Jeringuilla de 60ml.
- ✓ Papel filtro
- ✓ Ligas

2.1.3. Equipos

- ✓ Balanza digital.
- ✓ Brixómetro.
- ✓ PH metro.
- ✓ Centrifuga.
- ✓ Liofilizador.
- ✓ Refrigeradora.
- ✓ Extractora de jugo
- ✓ Rotavapor

2.1.4. Materiales de oficina

- ✓ Computadora
- ✓ Esferográficos
- ✓ Impresora
- ✓ Cámara digital
- ✓ Calculadora
- ✓ Flash memory

- ✓ Cd
- ✓ Lápiz
- ✓ Grapadora
- ✓ Marcador permanente
- ✓ Libreta de campo
- ✓ Internet
- ✓ Copias
- ✓ Resma de papel
- ✓ Carpeta
- ✓ Anillados
- ✓ Empastados

2.1.5. Reactivos

- ✓ Agua destilada.
- ✓ Alcohol de 95 %

2.1.6. Implementos y herramientas

- ✓ Tela lienzo.
- ✓ Envases de vidrio
- ✓ Fundas ziploc
- ✓ Colador
- ✓ Recipientes de 2 litros
- ✓ Cuchillo
- ✓ Barra
- ✓ Carretilla
- ✓ Guantes de caucho
- ✓ Gafas
- ✓ Guantes de cuero
- ✓ Machete
- ✓ Navaja

- ✓ Azadones
- ✓ Mandil
- ✓ Cofia
- ✓ Mascarilla
- ✓ Guantes quirúrgicos
- ✓ Botas de caucho
- ✓ Overol de trabajo

2.1.7. Materia prima

- ✓ Cabuya negra (*Agave americana L*)
- ✓ Agave sisal (*Agave sisalana P.*)

2.1.8. Materiales de limpieza

- ✓ Cloro
- ✓ Jabón líquido
- ✓ Toallas de cocina
- ✓ Papel aluminio
- ✓ Escobilla de laboratorio
- ✓ Escoba
- ✓ Trapeador

2.2. Ubicación del ensayo

La presente investigación se realizó en los Laboratorios del agave de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi, ubicada en el barrio Salache Bajo perteneciente a la parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi y en los laboratorios del Departamento de Nutrición y Calidad del Instituto Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

2.2.1. Situación geográfica

- ✓ **Provincia:** Cotopaxi
- ✓ **Cantón:** Latacunga
- ✓ **Parroquia:** Salache bajo
- ✓ **Longitud:** 78°31'19,16" E
- ✓ **Latitud:** 00° 59' 47, 68" N

Fuente: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/780/1/T-UTC-1145.pdf>

GRÁFICO 3. Ubicación de los laboratorios académicos de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi.



Fuente: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/780/1/T-UTC-1145.pdf>

2.2.2. Coordenadas Quadricula Mercator UTM

N: 9888.749,37

E: 754.660,386

Fuente: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/780/1/T-UTC-1145.pdf>

2.2.3. Altitud

- ✓ 2703,04 msnm. (PARTE BAJA)
- ✓ 2757,59 msnm. (PARTE INTERMEDIA)
- ✓ 3047,39 msnm. (PARTE ALTA)

Fuente:<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/780/1/T-UTC-1145.pdf>

2.2.4. Zona ecológica

- ✓ Pluviosidad: 250-500mm
- ✓ Temperatura: 13°C
- ✓ Humedad relativa: 3%
- ✓ Nubosidad: Irregular
- ✓ Clima: Seco templado
- ✓ Heliografía: 0.08 cal/cm²
- ✓ Velocidad del viento: 22m/seg

Fuente:<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/780/1/T-UTC-1145.pdf>

2.3. Métodos y técnicas

2.3.1. Métodos

Los métodos utilizados para la investigación de obtención y caracterización de la Inulina son: método deductivo, método inductivo, método analítico.

2.3.1.1. Método deductivo

El método deductivo es aquél que parte los datos generales aceptados como valederos, para deducir por medio del razonamiento lógico, varias suposiciones, es decir; parte de verdades previamente establecidas como principios generales, para luego aplicarlo a casos individuales y comprobar así su validez.

Mediante este método se pudo obtener resultados y conclusiones de nuestra investigación.

2.3.1.2. Método inductivo

La inducción va de lo particular a lo general. Empleamos el método inductivo cuando de la observación de los hechos particulares obtenemos proposiciones generales, o sea, es aquél que establece un principio general una vez realizado el estudio y análisis de hechos y fenómenos en particular.

Con el método inductivo se llegó a conocer el método de extracción de la inulina a base de las dos variedades de agave y los beneficios que tiene el mismo para el organismo.

2.3.1.3. Método analítico

Es el método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. Este método nos permite conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías.

Mediante la aplicación de este método se logró concluir los resultados del producto final mediante diferentes análisis de laboratorio conocer los diferentes azúcares, cenizas, pH, y microorganismos presentes en la inulina para ver si es apto para el consumo humano.

2.4. Tipo de investigación

Para la realización de esta investigación se realizará los siguientes tipos de investigación:

2.4.1. Investigación exploratoria

La investigación exploratoria es un diseño de investigación cuyo objetivo principal es reunir datos preliminares que arrojan luz y entendimiento sobre la verdadera naturaleza del problema que enfrenta el investigador, así como descubrir nuevas ideas o situaciones. Se caracteriza en que la información requerida es definida libremente, el proceso de investigación es flexible, versátil y sin estructura. El concepto estructura hace referencia al grado de estandarización impuesto en el proceso de recolección de datos.

Este tipo de investigación fue de gran utilidad para obtener información necesaria para solventar dudas en cuanto a la obtención de fructanos (inulina) con 2 variedades de agave.

2.4.2. Investigación descriptiva

El Diseño de investigación descriptiva es un método científico que implica observar y describir el comportamiento de un sujeto sin influir sobre él de ninguna manera.

Mediante este tipo de investigación se logró describir toda la fase de la investigación así como el proceso de elaboración, los resultados obtenidos e identificar los dos mejores tratamientos.

2.4.3. Investigación de campo

Podríamos definirla diciendo que es el proceso que, utilizando el método científico, permite obtener nuevos conocimientos en el campo de la realidad social. (Investigación pura), o bien estudiar una situación para diagnosticar necesidades y problemas a efectos de aplicar los conocimientos con fines prácticos (investigación aplicada).

Con esta investigación se pudo realizar el reconocimiento del lugar de la investigación para identificar las variedades de agave objeto de nuestro estudio y también los métodos utilizados para la obtención y caracterización de la inulina.

2.4.4. Investigación documental

La investigación documental es la parte esencial de un proceso de investigación científica, que constituye una estrategia donde se observa y reflexiona sistemáticamente sobre realidades (teóricas o no) usando para ello diferentes tipos de documentos.

Para la realización de nuestra investigación se utilizó información de libros, bibliotecas, internet, y otras fuentes más importantes para obtener información suficiente relacionada al tema de investigación.

2.5. Técnicas

2.5.1. La Observación

La técnica de observación es una técnica de investigación que consiste en observar personas, fenómenos, hechos, casos, objetos, acciones, situaciones, etc., con el fin de obtener determinada información necesaria para una investigación.

Esta técnica se utilizó para observar el medio donde se va a realizar la investigación así como equipos utilizados y laboratorios disponibles donde se extrajo la inulina.

2.6. Características del ensayo

2.6.1. Unidad de estudio

2.6.1.1. Población

En la siguiente investigación se considera como población los 900 ml de jugo de las dos variedades de agave como son cabuya negra (*Agave americana L.*) y agave sisal (*Agave sisalana P.*) y las tres concentraciones de alcohol del 40%, 60% y 80%.

2.6.1.2. Muestra

- **Preparación de muestras con la cabuya negra (*Agave americana L.*)**
 - ✓300ml de jugo de cabuya negra (*Agave americana L.*) y 40% de alcohol.
 - ✓300ml de jugo de cabuya negra (*Agave americana L.*) y 60% de alcohol.
 - ✓300ml de jugo de cabuya negra (*Agave americana L.*) y 80% de alcohol.
- **Preparación de muestras con el agave sisal (*Agave sisalana P.*)**
 - ✓300ml de jugo de agave sisal (*Agave sisalana P.*) y 40% de alcohol.
 - ✓300ml de jugo de agave sisal (*Agave sisalana P.*) y 60% de alcohol.
 - ✓300ml de jugo de agave sisal (*Agave sisalana P.*) y 80% de alcohol.

2.7. Diseño experimental

En la presente investigación se tomará en cuenta que se utilizará un Diseño Factorial de AxB teniendo como 2 factores de estudio y 3 repeticiones tomando en cuenta que tendrá 18 tratamientos en total.

2.8. Factores de estudio

Los factores de estudio para la presente investigación al tema seguido “Obtención y caracterización de la inulina a partir de dos variedades de agave cabuya negra (*Agave americana L.*) y agave sisal (*Agave sisalana P.*) con tres concentraciones de alcohol (40, 60, 80%) son los siguientes:

Para realizar la investigación se encuentra los siguientes factores:

Factor a. Variedades de agave

a₁: Cabuya negra (*agave americana L*)

a₂: Agave sisal (*agave sisalana P.*)

Factor b. Métodos de extracción

b₁: 40% de alcohol

b₂: 60% de alcohol

b₃: 80% de alcohol

CUADRO 7. Factores en estudio

FACTORES EN ESTUDIO		
FACTOR A	Dos variedades de Agave	a ₁ Cabuya negra (<i>Agave americana L.</i>) a ₂ Agave sisal (<i>Agave sisalana P.</i>)
FACTOR B	Tres concentraciones de alcohol	b ₁ 40% de alcohol b ₂ 60% de alcohol b ₃ 80% de alcohol

ELABORADO POR: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

2.9. Tratamiento en estudio

A continuación se detalla los tratamientos realizados en la investigación:

CUADRO 8. Tratamientos en estudio

CÓDIGO	REPETICIONES	TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
t ₁	I, II, III	a ₁ b ₁	<i>Cabuya negra (agave Americana L.)+40% de alcohol</i>
t ₂		a ₁ b ₂	<i>Cabuya negra (agave Americana L.)+60% de alcohol</i>
t ₃		a ₁ b ₃	<i>Cabuya negra (agave Americana L.)+80% de alcohol</i>
t ₄		a ₂ b ₁	<i>Agave sisal (agave sisalana P.)+ 40% de alcohol</i>
t ₅		a ₂ b ₂	<i>Agave sisal (agave sisalana P.)+ 60% de alcohol</i>
t ₆		a ₂ b ₃	<i>Agave sisal (agave sisalana P.)+ 80% de alcohol</i>

ELABORADO POR: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

2.10. Variables e Indicadores

La descripción de las variables evaluadas e indicadores realizados en la presente investigación, se detallan a continuación.

CUADRO 9. Operacionalización de las variables en la obtención y caracterización de la inulina

VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES Y MEDICIONES	
INULINA	<p>Dos variedades</p> <p>Cabuya negra (<i>Agave americana L.</i>)</p> <p>Agave sisal (<i>Agave sisalana P.</i>)</p>	Características físico – químicas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Azúcares reductores ✓ Azúcares totales ✓ Ceniza ✓ Fructosa ✓ Glucosa ✓ Sacarosa ✓ Kestosa ✓ Fructofuranosilina ✓ Ph
	<p>Tres concentraciones de etanol</p> <p>40% de etanol</p> <p>60% de etanol</p> <p>80% de etanol</p>	Características microbiológicas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mohos ✓ Levaduras ✓ E. coli

Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

2.11. Análisis estadístico

El esquema de ADEVA para la investigación es el siguiente:

CUADRO 10. Análisis de varianza de un Diseño Factorial de A x B

FUENTE DE VARIANZA	GRADOS DE LIBERTAD	FÓRMULA
Total	17	$(a * b * r) - 1$
Factor A	1	$a - 1$
Factor B	2	$b - 1$
A*B	2	$(a - 1)(b - 1)$
Repeticiones	2	$r - 1$
Error experimental	10	Diferencia

Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

Se registró las valoraciones dadas por los diferentes análisis físico-químicas de cada tratamiento, para conocer el porcentaje de azúcares obtenidos mediante esto determinar el mejor tratamiento con análisis de laboratorio.

2.12. Análisis funcional

Para la evaluación del experimento se utilizó el programa Infostat L/S, el cual nos permitió obtener datos de probabilidades de aceptación o rechazo de las hipótesis, en los tratamientos significativos se aplicó la prueba de Tukey al 5% para determinar los dos mejores tratamiento.

2.13. Metodología de elaboración

2.13.1. Extracción de inulina del (Agave Americana L. y Agave Sisalana P.)

2.13.1.1. Obtención de la materia prima

Para obtener la materia prima se debe tomar en cuenta las características del Agave como es su madurez por lo general de 8 años edad, para identificar su

madurez se debe observar que las hojas se abren a partir del centro de la piña de un color amarillento esto nos traerá como resultado la obtención de una materia prima óptima para la extracción de inulina.

Los agaves por naturaleza son plantas muy bruscas que contienen hojas espinosas y al final con un aguijón filoso es por eso que se debe tomar altas precauciones al momento de manipularla para ello se utilizó la indumentaria apropiada como guantes de cuero, cuchillo, barra, machete, gafas, gorra, overol, botas de caucho y carretilla.

Las piñas de las dos variedades se obtuvo de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales ubicada en el barrio Salache Bajo, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga provincia de Cotopaxi.

FOTOGRAFÍA 12. Obtención de la materia prima cabuya negra (*Agave americana L.*)



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

FOTOGRAFÍA 13. Obtención de la materia prima agave sisal (*Agave sisalana P.*)



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

2.13.1.2. Lavado

La piña extraída de las dos variedades de agave se procedió a recolectar en tinas de plástico y posteriormente a lavarlos con abundante agua para eliminar toda cantidad de impureza para facilitar la extracción el jugo y la centrifugación.

FOTOGRAFÍA 14. Lavado de las piñas



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

2.13.1.3. Cortado y rebanado de la piña de las dos variedades de agave.

Se cortó en forma circular la piña de las dos variedades de agave con un espesor de 3 cm y luego se rebanó en pedazos de 10cmx3cm.

FOTOGRAFÍA 15. Cortado y rebanado



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

2.13.1.4. Obtención del jugo de las dos variedades de agave

La extracción del jugo por el extractor se realizó con el objetivo de aprovechar toda la cantidad de jugo posible existente en las piñas del agave así obtener un rendimiento más favorable durante la extracción de la inulina.

FOTOGRAFÍA 16. Obtención del jugo



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

2.13.1.5. Filtrado

El jugo adquirido fue filtrado en un colador con la ayuda de una tela lienzo para deshacer los residuos de bagazo y fibra.

FOTOGRAFÍA 17. Filtrado



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

2.13.1.6. Congelado del jugo de las dos variedades de agave

Una vez obtenido el jugo libre de impurezas fue recolectado en fundas ziploc con cantidades de 100ml para introducir en un refrigerador con la finalidad de no alterar el producto y evitar la fermentación.

FOTOGRAFÍA 18. Congelado



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

2.11.1.7. Descongelado del jugo de las dos variedades de agave

Se descongelo el jugo de las dos variedades de agave a temperatura ambiente en un lapso de 4 horas y luego se colocó en tubos de ensayo de 50ml de plástico para realizar la centrifugación.

FOTOGRAFÍA 19. Descongelado



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

2.13.1.8. Centrifugado

La centrifugación se lo realizo en una centrifuga a 5000 rpm durante 15 minutos para separar la parte solida de la liquida de las dos variedades de agave y alcanzar la clarificación del jugo.

FOTOGRAFÍA 20. Centrifugado



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

2.13.1.9. Toma de datos

El jugo clarificado de las dos variedades de agave se procedió a comprobar datos de pH, °Brix, la cual nos dio como resultados:

Cabuya negra (*Agave americana L.*)
PH 4.46
°Brix 20.84

Agave sisal (*Agave sisalana P.*)
PH 5.77
°Brix 26.10.

FOTOGRAFÍA 21. Toma de pH



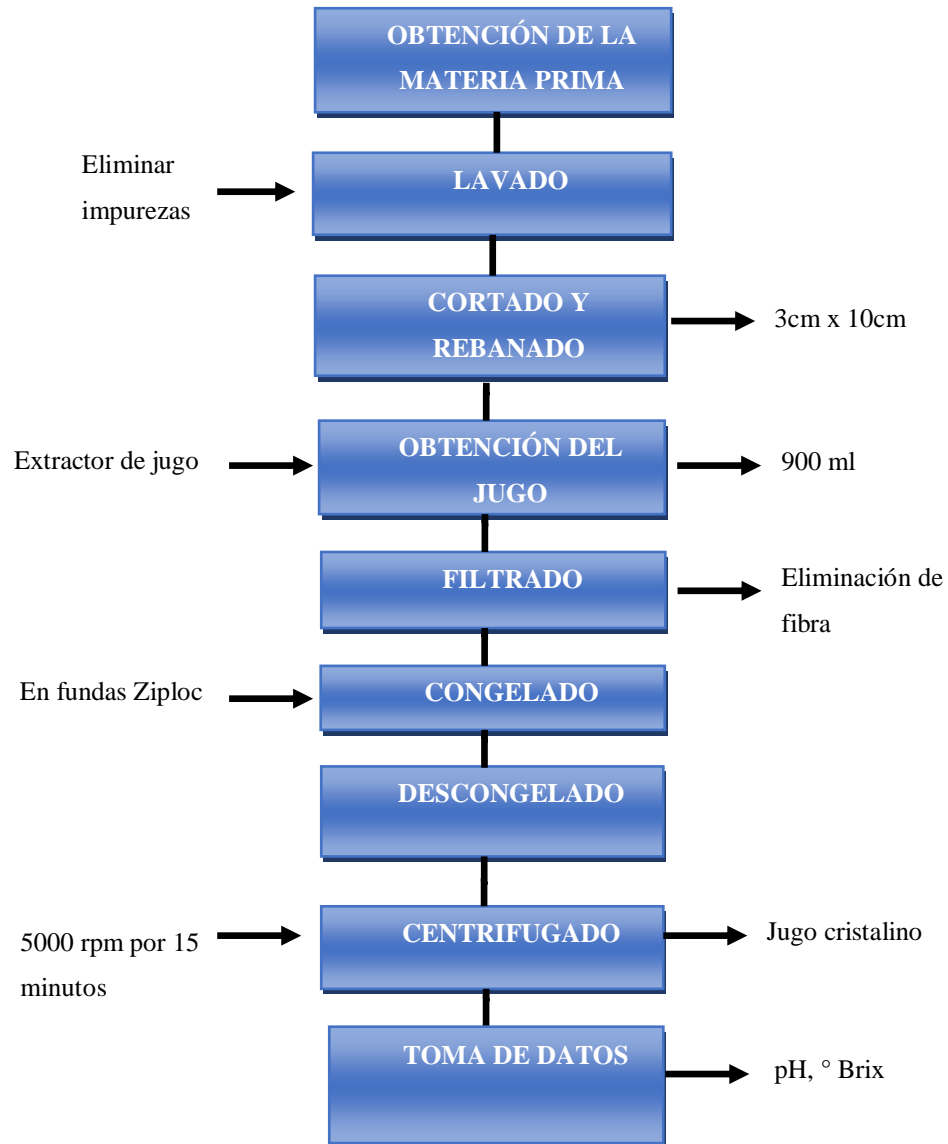
Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

FOTOGRAFÍA 22. Toma de ° Brix



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

2.13.2 Diagrama de flujo para la obtención de jugo



2.13.3. Obtención de Inulina

2.13.3.1. Recepción de la materia prima

Adquirimos el alcohol en un porcentaje del 95% tomando en cuenta su pureza porque de esto dependerá la correcta sedimentación.

FOTOGRAFÍA 23. Recepción de materia prima



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

2.13.3.2. Preparación de la muestra del (*Agave americana L.* y *Agave sisalana P.*) y adición de alcohol

En un vaso de precipitación se colocó 900ml de jugo de las 2 variedades de agave donde se dividió 300ml de jugo en un vaso de precipitación de 500ml seguidamente se realizaron los cálculos respectivos para la adición de alcohol en este caso partimos del 40% que es 177 ml de alcohol esto fue adicionado al jugo y agitado con la ayuda de una plancha de agitación magnética para una correcta homogenización, el mismo procedimiento se realizó para el 60% y el 80% de concentración alcohólica.

FOTOGRAFÍA 24. Preparación de la muestra



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

2.13.3.3. Sedimentado de la muestra

Se dejó en reposo 1 hora a temperatura ambiente para lograr la sedimentación del precipitado posteriormente se dejó en reposo durante 24 horas en refrigeración sellada con papel aluminio para lograr obtener una separación más visible y un precipitado firme, compacto de las dos tipos de muestras.

FOTOGRAFÍA 25. Sedimentado



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

2.13.3.4. Separado de sobrenadante

Al siguiente día debe retirarse del refrigerador cuidadosamente para que el precipitado no se adhiera a las paredes del vaso con el propósito de disminuir pérdidas del precipitado. El sobrenadante inicial se separó con la ayuda de una jeringuilla de 60ml y fue trasladado a otro vaso de precipitación de 500ml para después medir en una probeta de 1000ml el sobrenadante, luego de la decantación se verificó la disminución del sobrenadante de precipitado.

Debe realizarse el pesaje respectivo de un vaso de 50ml de plástico para saber el peso inicial ya que aquí se colocará el precipitado ya decantado, luego se llevará a congelación respectiva.

FOTOGRAFÍA 26. Separado



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

2.13.3.5. Eliminado del resto del alcohol por rotavapor

Para este proceso se utilizó un balón de 100ml de vidrio y otro de 250ml de vidrio a esto se le añadió la muestra para eliminar el alcohol por destilación manteniendo la presión al 90%, el baño maría 50°C, se tuvo en cuenta que la presión es inversa si el numero marcado es mayor del 90% nos indica que la presión es baja y si el numero marcado es menor que el 90% esto quiere decir que la presión es alta. Todo este proceso se culminó en una semana con una velocidad de rotación marcado con el numero 4 ya que la velocidad llega hasta 9.

FOTOGRAFÍA 27. Separación de alcohol en el rotavapor



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

2.13.3.6. Congelado

Una vez eliminado el alcohol del precipitado se congelo 1 día para el siguiente proceso porque la congelación de los fructanos es necesaria para la Liofilización.

FOTOGRAFÍA 28. Congelado



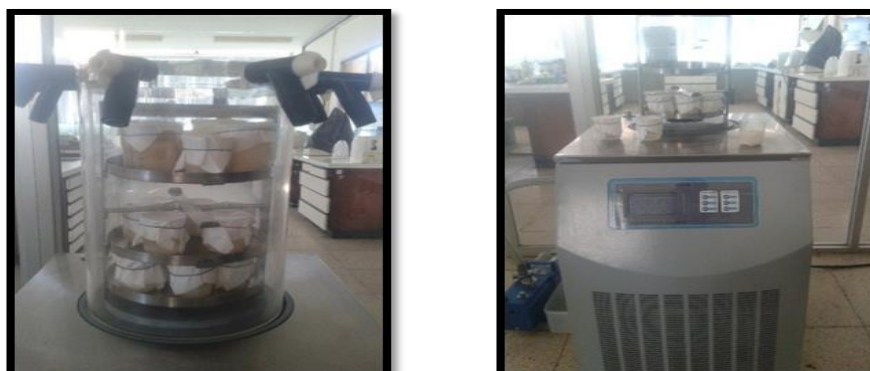
Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

2.13.3.7. Liofilizado

Las muestras se ingresaron en el liofilizador en diferentes compartimientos colocándolos firmemente para que no se mueva, luego se procedió a asegurar con la tapa transparente teniendo en cuenta que el liofilizador al momento de encenderse tiene una marcación numerada de 70 pascales y luego de dos horas desciende a 1 pascal esto nos da en entender que empieza a liofilizarse la muestra.

Se requiere tener una temperatura de 70°C para la liofilizadora donde se forma un vacío donde toda el agua o la humedad que tiene las muestras se absorben en el tanque de liofilizador.

FOTOGRAFÍA 29. Liofilizado



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

2.13.3.8. Envasado

El envasado se realizó en envases de plástico con tapa rosca para su mejor conservación.

FOTOGRAFÍA 30. Envasado



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

2.13.3.9. Etiquetado

El etiquetado se realizó con el fin identificar nuestro producto y darlo a conocer así como también diferenciar la inulina de las dos variedades de agave (*Agave americana L.* y *Agave sisalana P.*)

FOTOGRAFÍA 31. Etiqueta para la inulina de la cabuya negra



Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

FOTOGRAFÍA 32. Etiqueta para la inulina de la cabuya blanca

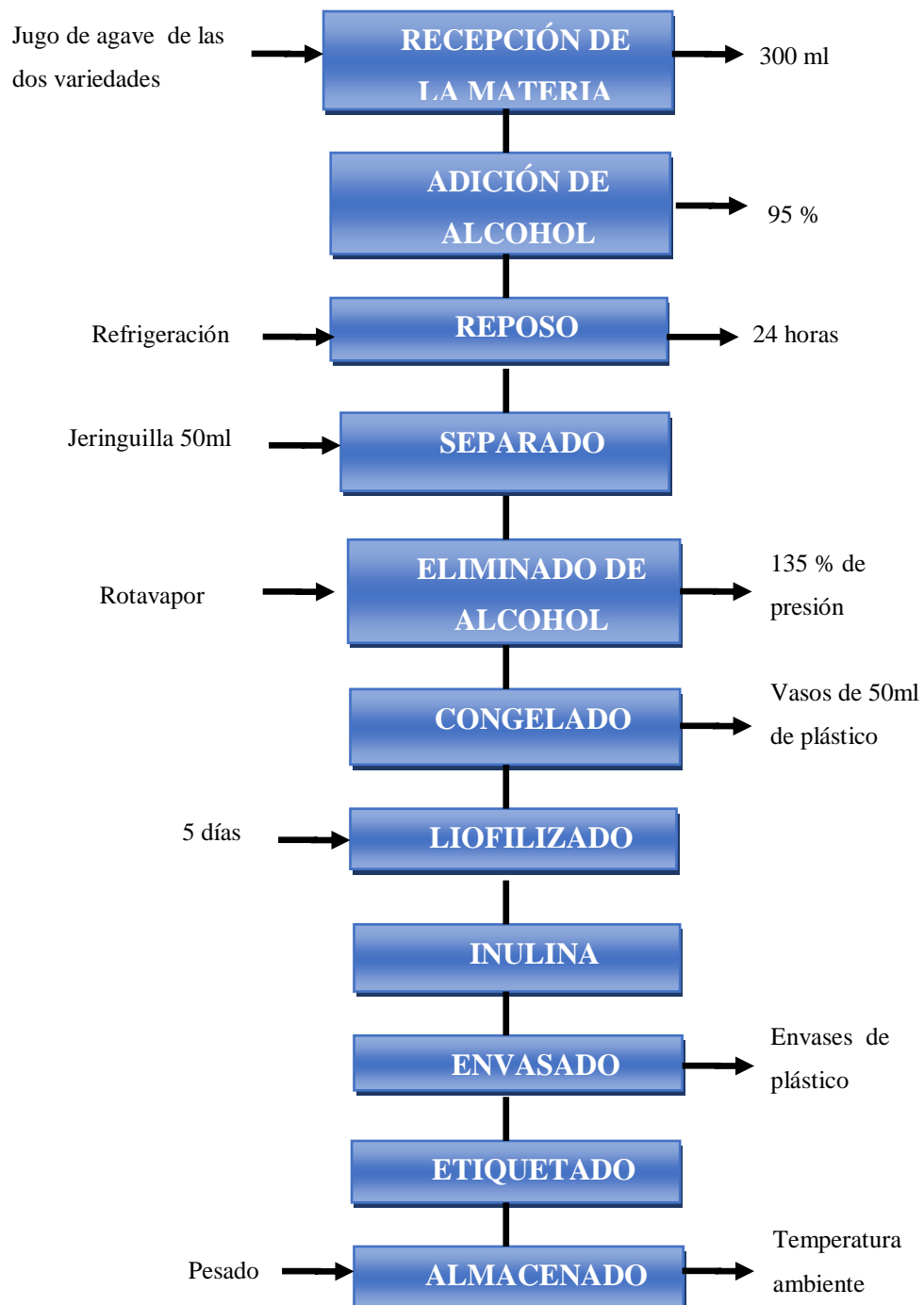


Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

2.13.3.10. Almacenado

Se almaceno en un lugar fresco y seco libre de humedad porque si se almacena en fundas o lugares calóricos la inulina se va a volver compacta cambiando su apariencia que es seca y disuelta.

2.13.4. Diagrama de proceso para la obtención de inulina



2.14. Balance de materiales

2.14.1. Balance de sedimentación de las muestras del jugo de la cabuya negra (*Agave americana L.*) con adición de alcohol del 40%

A=Peso del jugo de la cabuya negra (*Agave americana L.*)

B=Cantidad de alcohol necesario para la sedimentación.

C=Cantidad de precipitado extraído después de la sedimentación.

D= Sobrenadante.

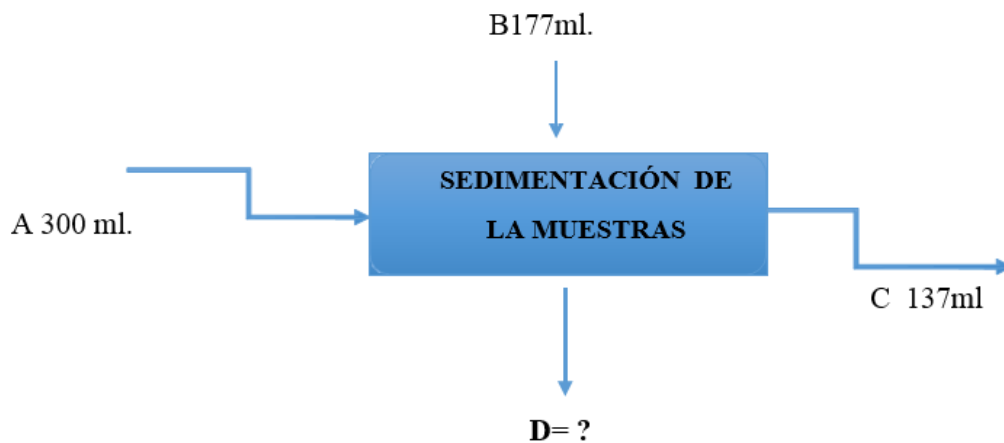
$$A + B = C + D$$

A=Peso del jugo. 300ml.

B=Etanol. 40% (177 ml)

C=Precipitado. 137 ml.

D=?



$$A + B = C + D$$

$$300\text{ml} + 177\text{ml} = 137\text{ml} + D$$

$$D = 477\text{gr} - 137\text{ml}$$

$$D = 340\text{ml de Sobrenadante}$$

✓ Análisis e interpretación balance 1

Para la primera concentración al 40% de alcohol se tomó en cuenta 40 ml de alcohol por cada 100ml de jugo de agave, utilizando un total de 120ml de alcohol

para 300ml de jugo de agave, obteniéndose un total de 420 ml de muestra y con el cálculo respectivo se obtuvo 177ml iniciales para la concentración de alcohol al 40% para el primer ensayo, teniendo en cuenta la pureza de alcohol al 95% de pureza para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Concentración de alcohol} * \text{total de jugo con alcohol}}{95\% \text{ grados alcohólicos}} = \frac{40 * 420}{95} = 177 \text{ ml de alcohol al 40\%}$$

Los 177ml de alcohol se le adicionaron a los 300ml de jugo para la sedimentación respectiva se tuvo un total de 477ml de muestra al 40% de alcohol restando los 137 ml de precipitado del primer ensayo de se obtuvo 340ml de sobrenadante.

2.14.2. Balance de sedimentación de las muestras del jugo de la cabuya negra (Agave americana L.) con adición de alcohol del 60%

A=Peso del jugo de la cabuya negra (*Agave americana L.*)

B=Cantidad de alcohol necesario para la sedimentación.

C=Cantidad de precipitado extraído después de la sedimentación.

D=Sobrenadante

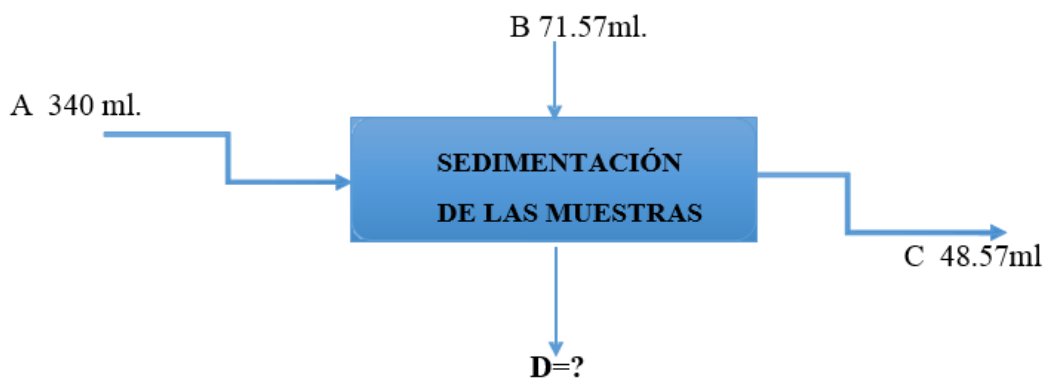
$$A+B=C +D$$

A=Peso del jugo. 340ml.

B=Etanol. 20% (71.57 ml)

C=Precipitado. 48.57 ml.

D=?



$$A + B = C + D$$

$$340\text{ml} + 71.57\text{ml} = 48.57\text{ml} + D$$

$$D = 411.57 - 48.57\text{ml}$$

$$D = 363 \text{ ml de Sobrenadante}$$

✓ Análisis e interpretación balance 2

A los 340ml de sobrenadante de la primera concentración al 40% se adicionó 20% más de alcohol que es 71.57 ml de alcohol dando un total de 411.57 ml de homogenización a esto se le resto 48.57ml de precipitado de la concentración anterior y se tuvo 363ml de sobrenadante.

Para ello se realizó el siguiente cálculo:

$$\frac{\text{Sobrenadante anterior} * 20\% \text{ de alcohol}}{95 \text{ de grados alcohólicos}} = \frac{340 * 20}{95} = 71.57\text{ml de alcohol.}$$

Este cálculo se utilizó para todas las concentraciones.

2.14.3. Balance de sedimentación de las muestras del jugo de la cabuya negra (Agave americana L.) con adición de alcohol del 80%

A=Peso del jugo de la cabuya negra (*Agave americana L.*)

B=Cantidad de alcohol necesario para la sedimentación.

C=Cantidad de precipitado extraído después de la sedimentación.

D=Sobrenadante.

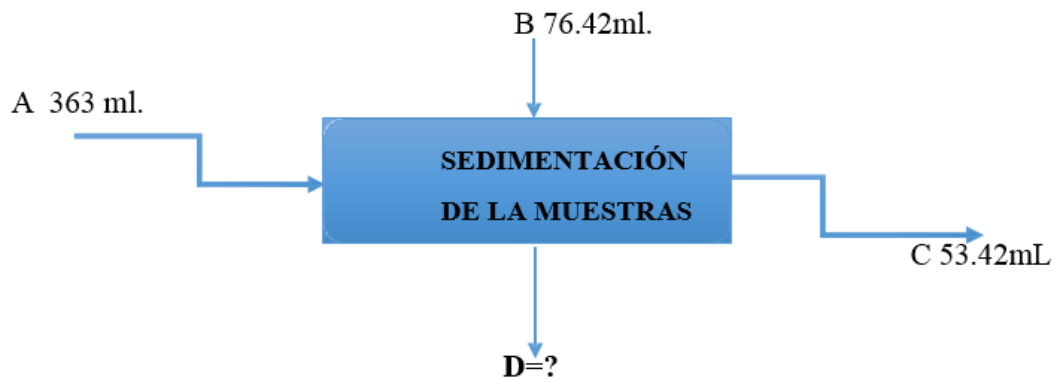
$$A + B = C + D$$

$$A = \text{Peso del jugo.} \quad 363\text{ml.}$$

$$B = \text{Etanol.} \quad 20\% (76.42 \text{ ml})$$

$$C = \text{Precipitado.} \quad 53.42\text{ml}$$

$$D = ?$$



$$A + B = C + D$$

$$363\text{ml} + 76.42\text{ml} = 53.42\text{ml} + D$$

$$D = 439.42 - 53.42\text{ml}$$

$$D = 386\text{ml de Sobrenadante}$$

✓ Análisis e interpretación balance 3

Al sobrenadante de la concentración al 60% en este caso 363ml se adicionó 20% más de alcohol 76.42ml de igual manera se restó 53.42ml del precipitado anterior y se obtuvo 386ml de sobrenadante.

2.14.4. Balance de sedimentación de las muestras del jugo del agave sisal (*Agave sisalana P.*) con la adición de alcohol al 40%

A=Peso del jugo de agave sisal (*Agave sisalana P.*)

B=Cantidad de alcohol necesario para la sedimentación.

C=Cantidad de precipitado extraído después de la sedimentación.

D=Sobrenadante.

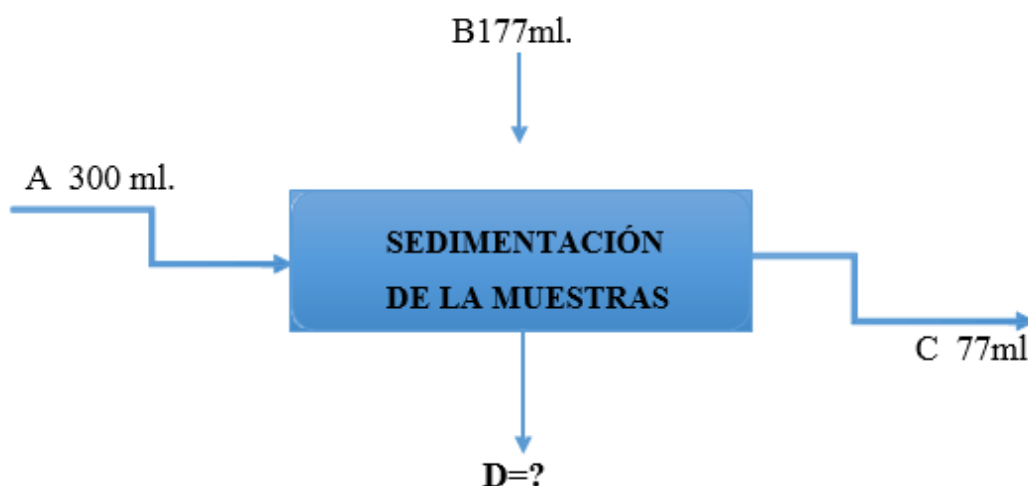
$$A + B = C + D$$

A=Peso del jugo. 300ml.

B=Etanol. 40% (177 ml)

C=Precipitado. 77 ml.

D=?



$$A + B = C + D$$

$$300\text{ml} + 177\text{ml} = 77\text{ml} + D$$

$$D = 477\text{gr} - 77\text{ml}$$

D=400ml de Sobrenadante

✓ Análisis e interpretación balance 4

Se obtuvo 300ml de jugo de agave sisal y se adiciono 40% de alcohol que es 177ml y posteriormente se obtuvo 77ml de precipitado teniendo como resultado final 400ml de sobrenadante. De igual manera se realizaron los cálculos utilizando la fórmula representada en el balance 1 y 2 del (*Agave americana L.*)

2.14.5. Balance de sedimentación de las muestras del jugo del agave sisal (*Agave sisalana P.*) con la adición de alcohol al 60%

A=Peso del jugo de agave sisal (*Agave sisalana P.*)

B=Cantidad de alcohol necesario para la sedimentación.

C=Cantidad de precipitado extraído después de la sedimentación.

D=sobrenadante.

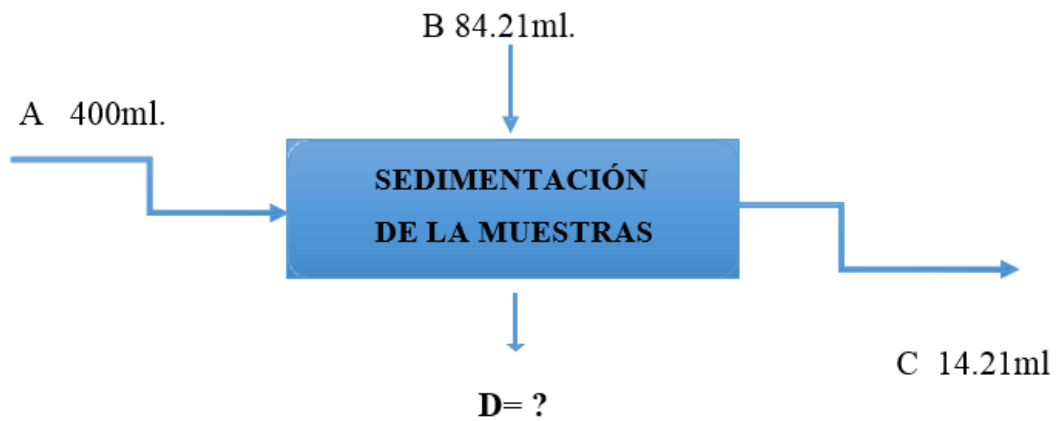
$$A + B = C + D$$

A=Peso del jugo. 400ml.

B=Etanol. 20% (84.21 ml)

C=Precipitado. 14.21 ml.

D=?



$$A + B = C + D$$

$$400\text{ml} + 84.21\text{ml} = 14.21\text{ml} + D$$

$$D = 484.21\text{ml} - 14.21\text{ml}$$

$$D = 470\text{ml de Sobrenadante}$$

✓ Análisis e interpretación balance 5

De igual manera al sobrenadante anterior 400ml se le adiciono 20% más de alcohol 84.21ml, una vez realizado la separación del precipitado tenemos un total de 470ml de sobrenadante.

2.14.6. Balance de sedimentación de las muestras del jugo del agave sisal (*Agave sisalana P.*) con la adición de alcohol al 80%

A=Peso del jugo de agave sisal (*Agave sisalana P.*)

B=Cantidad de alcohol necesario para la sedimentación.

C=Cantidad de precipitado extraído después de la sedimentación.

D=Sobrenadante.

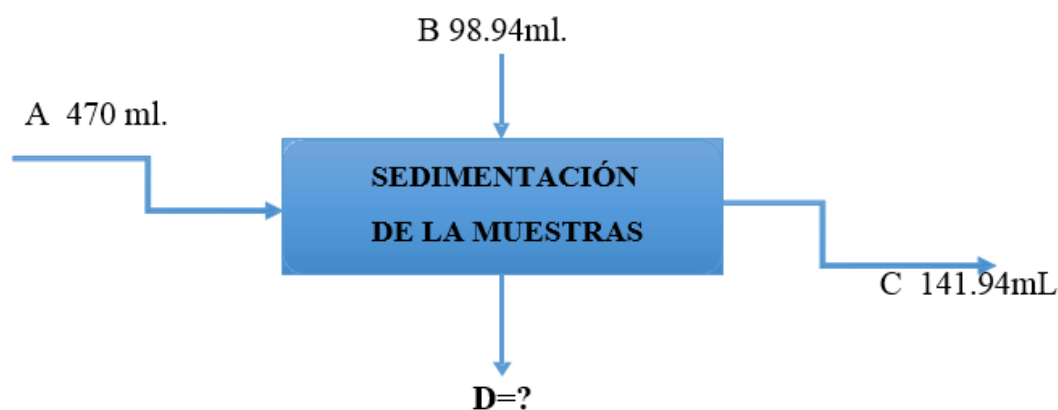
$$A + B = C + D$$

A=Peso del jugo. 470ml.

B=Etanol. 20%(98.94ml)

C=Precipitado. 141.94ml.

D=?



$$A + B = C + D$$

$$470\text{ml} + 98.94\text{ml} = 141.94\text{ml} + D$$

$$D = 568.94 - 141.94\text{ml}$$

D = 427 ml de Sobrenadante

✓ Análisis e interpretación balance 6

Finalmente se representa los datos de la última concentración al 80% de alcohol con 470 ml de sobrenadante más 98.94 ml de alcohol teniendo como resultado 427 ml de sobrenadante.

TABLA 2. Cantidades de inulina de la cabuya negra (*Agave americana L.*) extraídas luego de la liofilización

Tratamientos	Peso del vaso de precipitación vacío	Tiempo de extracción de alcohol en el rotavapor	Peso de la inulina con el vaso de precipitación	Peso total de la inulina
40%	18.3252 g.	47 minutos	51.4221 g.	33.0962 g.
60%	18.3138 g.	50 minutos	20.8312 g.	2.5174 g.
80%	18.3340 g.	1 hora	19.2132 g.	0.8792 g.

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

✓ Análisis e interpretación tabla 2

En la tabla 2 se detalla los tiempos de extracción del alcohol por rotavapor y las cantidades de inulina obtenidas luego de la liofilización que en este caso en el (*Agave americana L.*) con una concentración del 40% con un tiempo de 47

minutos de extracción por rotavapor se obtuvo mayor cantidad de inulina dando a entender que mientras más cantidades de alcohol presente en el precipitado obtendremos menos cantidad de inulina pero mayor concentración de azúcares y mejores resultados para conocer los mejores tratamientos mediante análisis de laboratorio.

Los tiempos varían de acuerdo a las cantidades de alcohol presentes en las muestras y de acuerdo a la presión del rotavapor para la eliminación total del alcohol.

Una vez conocido el total de la inulina en gramos se procedió a calcular el rendimiento del mismo utilizando como datos el precipitado inicial antes del proceso de liofilización y el total de inulina obtenida luego del proceso de liofilización para ello se procedió a representar con la formula siguiente:

$$\frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100 = \frac{33.0962}{137} * 100 = 24.15 \% \text{ de rendimiento. (Liofilización 40\% de alcohol)}$$

$$\frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100 = \frac{2.5174}{48.57} * 100 = 5.18 \% \text{ de rendimiento. (Liofilización 60\% de alcohol)}$$

$$\frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100 = \frac{0.8792}{53.42} * 100 = 1.64 \% \text{ de rendimiento. (Liofilización 80\% de alcohol)}$$

De acuerdo a los porcentajes de alcohol y cantidades de jugo utilizado en los diferentes tratamientos se calculó el rendimiento de inulina en porcentajes.

TABLA 3. Cantidades de inulina de la agave sisal (*Agave sisalana P.*) extraídas luego de la liofilización

Tratamientos	Peso del vaso de precipitación vacío	Tiempo de extracción de alcohol en el rotavapor	Peso de la inulina con el vaso de precipitación	Peso total de la inulina
40%	18.4433 g.	30 minutos	30.6670 g.	12.2237 g
60%	18.3509 g.	40 minutos	23.8373 g.	5.4864 g.
80%	18.2711 g.	55 minutos	23.7770 g.	5.5059 g.

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

✓ Análisis e interpretación tabla 3

En la tabla 3 nos muestra de igual manera que se obtuvo mayor cantidad de inulina con una concentración de alcohol al 40% con un tiempo de extracción de 30 minutos en el rotavapor del (*Agave sisalana P.*) en este caso los tiempos varían de la otra variedad porque se obtuvo un jugo más claro durante la centrifugación y un precipitado más compacto, razón por la cual se pudo separar de mejor manera el alcohol disminuyendo así el tiempo de extracción por rotavapor.

Los pesos de los vasos son indispensables para conocer qué cantidades de inulina obtendremos al final de la liofilización así como los tiempos y presión de rotavapor al momento de separar el resto de alcohol.

Se calculó el rendimiento con la misma fórmula al igual que la variedad de *Agave americana L.*

$$\frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100 = \frac{12.2237}{77} * 100 = 15.87 \% \text{ de rendimiento. (Liofilización 40\% de alcohol)}$$

$$\frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100 = \frac{5.4874}{12.28} * 100 = 44.68 \% \text{ de rendimiento. (Liofilización 60\% de alcohol)}$$

$$\frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100 = \frac{5.5059}{141.94} * 100 = 3.87 \% \text{ de rendimiento. (Liofilización 80\% de alcohol)}$$

Con el mismo procedimiento se obtuvo el rendimiento de la inulina de la variedad de *Agave sisalana P.*

CAPÍTULO III

3. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

En este capítulo se detalla todos los análisis realizados en los laboratorios Departamento de Nutrición y Calidad del Instituto Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en donde se realizó la extracción de la inulina con dos variedades de agave (*Agave americana L.* y *Agave sisalana P.*) y tres concentraciones de alcohol 40%, 60% y 80%, los resultados estadísticos obtenidos por medio de un diseño factorial (AxB) de (2x3) con tres réplicas utilizando el programa estadístico Infostat L/S y Excel.

La evaluación de las variables físico- químicas se realizó en el laboratorio del Departamento de Nutrición y Calidad del Instituto Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) así como los porcentajes de azúcares reductores, azúcares totales, cenizas, azúcares libres y de los tratamientos que presentaron mejores características físico-químicas se evaluó mediante un análisis en los laboratorios de la Universidad Técnica de Ambato (LACONAL), dando resultados que se detallan en las tablas de evaluación de las variables y finalmente se exponen las conclusiones y recomendaciones pertinentes al tema de investigación.

3.1. Análisis de varianza (ADEVA)

3.1.1. Variable azúcares totales

El análisis de varianza para los azúcares totales de la inulina a base dos variedades de agave y tres concentraciones de alcohol.

TABLA 4. Análisis de varianza para la variable azúcares totales

F.V.	SC	GI	CM	F-calculado	F crítico	p-valor
VA	2474,0923	1	2474,0923	10338,7288	4,9646	< 0,0000**
CA	68,7040	2	34,3520	143,5501	4,1028	< 0,0000**
VA*CA	95,5804	2	47,7902	199,7056	4,1028	< 0,0000**
Repeticiones	2,8227	2	1,4113	5,8977	4,1028	0,0203*
Error	2,3930	10	0,2393			
Total	2643,5925	17				
C.V. (%)	0,8062					

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

VA: variedades de agave

** : altamente significativo

ns : no significativo

CA: concentraciones de alcohol

* : significativo

C.V. (%): Coeficiente de variación

✓ Análisis e interpretación tabla 4.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 4, en el análisis de varianza se observa que el F calculado es mayor para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se analiza que los factores y las interacciones son altamente significativos, las repeticiones son significativas por lo tanto, se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 con respecto a las variedades de agave y las concentraciones de alcohol utilizados en la obtención de inulina permitiendo de esta manera visualizar diferencias entre los tratamientos con relación a los azúcares totales, para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey al 5%. Además se nota que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones, el 0,8062 % van a salir diferentes y el 99,1938% de observaciones serán confiables, es decir serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo a los azúcares totales, por lo cual refleja la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación del porcentaje en función del control que el investigador tiene sobre el experimento.

En conclusión, se menciona que las dos variedades de agave cabuya negra y agave sisal con las tres concentraciones de alcohol siendo estas a 40, 60 y 80% si influyen sobre la variable de los azúcares totales en la obtención de la inulina presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

TABLA 5. Prueba de Tukey para el factor variedades de agave

VARIEDADES DE AGAVE (VA)	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
a ₁	72,4056	A
a ₂	48,9578	B

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

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

✓ **Análisis e interpretación tabla 5**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 5, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor variedades de agave se observa dos rangos de significación, ubicándose la variedad a₁ (cabuya negra) en el primer grupo homogéneo A, mientras que la variedad a₂ (agave sisal) se ubica en el grupo homogéneo B, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se observa que el mejor resultado es con la variedad de agave (cabuya negra), lo que nos permite definir que la inulina obtenida de este tipo de variedad contiene un alto porcentaje de azúcares totales.

TABLA 6. Prueba de Tukey para el factor concentraciones de alcohol

CONCENTRACIONES DE ALCOHOL (CA)	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
b ₁	62,7750	A
b ₃	61,1967	B
b ₂	58,0733	C

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

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

✓ Análisis e interpretación tabla 6

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 6, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor concentraciones de alcohol se observa tres rangos de significación, ubicándose la concentración de alcohol b_1 (40%) en el primer grupo homogéneo A, mientras que la concentración de alcohol b_3 (80%) se ubica en el grupo homogéneo B y la concentración de alcohol b_2 (60%) se ubica en el grupo homogéneo C, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se menciona que la mejor concentración de alcohol es al 40% para la extracción de la inulina con respecto a los otros porcentajes de alcohol, es decir inciden de una manera ponderante en la extracción de la inulina ya que dichos concentraciones nos permiten conocer su comportamiento durante el rendimiento de azúcares totales que contiene la inulina.

TABLA 7. Prueba de Tukey para las repeticiones

REPETICIONES	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
r_2	61,1667	A
r_3	60,6817	A B
r_1	60,1967	B

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

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

✓ Análisis e interpretación tabla 7

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 7, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para las repeticiones se observa tres rangos de significación, ubicándose a la repetición r_2 el primer grupo homogéneo A, mientras que la repetición r_3 se ubica en el grupo homogéneo AB y la repetición r_1 se ubica en el grupo homogéneo B, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se menciona que la mejor repetición es la repetición tres para la extracción de la inulina con respecto a las otras replicas esto nos permiten conocer su comportamiento durante el rendimiento de azúcares totales que contiene la inulina.

TABLA 8. Prueba de Tukey para la intersección entre variedades de agave vs. concentraciones de alcohol

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
t3 (a ₁ b ₃)	76,1700	A
t1 (a ₁ b ₁)	72,6600	B
t2 (a ₁ b ₂)	68,3867	C
t4 (a ₂ b ₁)	52,8900	D
t5 (a ₂ b ₂)	47,7600	E
t6 (a ₂ b ₃)	46,2233	F

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

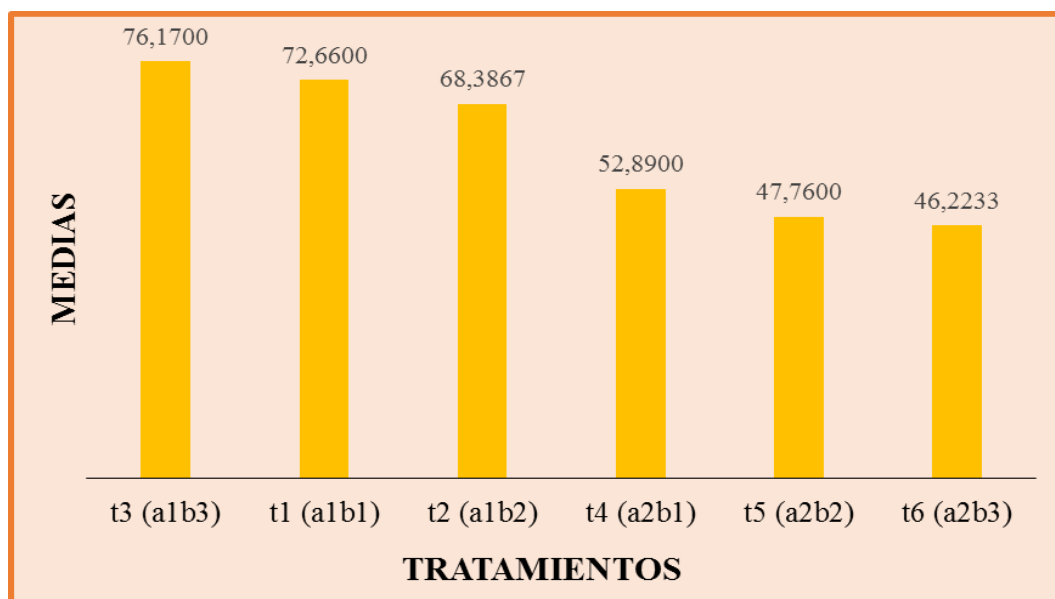
Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

✓ Análisis e interpretación Tabla 8

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 8, se observa que los mejores tratamientos para la variable de azúcares totales es el t₃ (a₁b₃) en la extracción de inulina que corresponde con la cabuya negra y el 80% de concentración de alcohol y finalmente el tratamiento t₁ (a₁b₁) el mismo que es inulina extraída a partir de la cabuya negra y el 40% de alcohol, en donde el tratamiento tres pertenecen al grupo homogéneo A y el tratamiento uno pertenece al grupo homogéneo B, es decir existiendo significancia entre los tratamientos.

En conclusión, se menciona que la mejor variedad de agave es la cabuya negra y las concentraciones altas de alcohol al 80% para la extracción de la inulina, correspondiente al tratamiento t₃ siendo el mejor tratamiento con un porcentaje alto de los azúcares totales, el mismo que es necesario para caracterizar la inulina.

GRÁFICO 4. Comportamiento de los promedios de la variable azúcares totales en la extracción de inulina



Fuente: Tabla 8

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

Mediante los datos obtenidos en el gráfico 4, se observa los dos mejores tratamientos que son t₃ (a₁b₃) con un valor de 76,1700 y finalmente el t₁ (a₁b₁) con un valor de 72,6600, es decir con un porcentaje alto de azúcares totales, en el mismo que se puede determinar los mejores tratamientos.

En conclusión, se observa que los tratamientos deben tener un rendimiento alto de los azúcares totales debido a que es importante en la extracción de la inulina así obteniendo los mejores tratamientos el tres y uno en los mismos que se utilizó como variedad de agave la cabuya negra para los dos tratamientos y como también las dos concentraciones de alcohol son altas.

3.1.2. Variable azúcares reductores

El análisis de varianza para los azúcares reductores de la inulina a base de dos variedades de agave y tres concentraciones de alcohol.

TABLA 9. Análisis de varianza para la variable azúcares reductores

F.V.	SC	GI	CM	F-calculado	F crítico	p-valor
VA	135,9601	1	135,9600	22918,9071	4,9646	< 0,0000**
CA	1,4107	2	0,7054	118,9052	4,1028	< 0,0000**
VA*CA	32,2070	2	16,1035	2714,5842	4,1028	< 0,0000**
Repeticiones	0,1610	2	0,0805	13,5709	4,1028	0,0014*
Error	0,0593	10	0,0059			
Total	169,7982	17				
C.V. (%)	1,2929					

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

VA: variedades de agave

** : altamente significativo

ns : no significativo

CA: concentraciones de alcohol

* : significativo

C.V. (%): Coeficiente de variación

✓ Análisis e interpretación tabla 9.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 9, en el análisis de varianza se observa que el F calculado es mayor para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se analiza que los factores y las interacciones son altamente significativos, las repeticiones son significativas por lo tanto, se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 con respecto a las variedades de agave y las concentraciones de alcohol utilizados en la obtención de inulina permitiendo de esta manera visualizar diferencias entre los tratamientos con relación a los azúcares reductores, para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey al 5%. Además se nota que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones, el 1,2929 % van a salir diferentes y el 98,7071% de observaciones serán confiables, es decir serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo a los azúcares reductores, por lo cual refleja la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación del porcentaje en función del control que el investigador tiene sobre el experimento.

En conclusión, se menciona que las dos variedades de agave cabuya negra y agave sisal con las tres concentraciones de alcohol siendo estas a 40, 60 y 80% si influyen sobre la variable de los azúcares reductores en la obtención de la inulina presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

TABLA 10. Prueba de Tukey para el factor variedades de agave

VARIEDADES DE AGAVE (VA)	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
a ₂	8,7056	A
a ₁	3,2089	B

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

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

✓ **Análisis e interpretación tabla 10**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 10, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor variedades de agave se observa dos rangos de significación, ubicándose la variedad a₂ (agave sisal) en el primer grupo homogéneo A, mientras que la variedad a₁ (cabuya negra) se ubica en el grupo homogéneo B, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se observa que el mejor resultado es con la variedad de agave (agave sisal), lo que nos permite definir que la inulina obtenida de este tipo de variedad contiene un alto porcentaje de azúcares reductores.

TABLA 11. Prueba de Tukey para el factor concentraciones de alcohol

CONCENTRACIONES DE ALCOHOL (CA)	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
b ₂	6,3433	A
b ₁	6,8400	B
b ₃	5,6883	C

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

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

✓ **Análisis e interpretación tabla 11**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 11, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor concentraciones de alcohol se observa tres rangos de significación, ubicándose la concentración de alcohol b₂ (60%) en el primer grupo homogéneo A, mientras que la concentración de alcohol b₁ (40%)

se ubica en el grupo homogéneo B y la concentración de alcohol b_3 (80%) se ubica en el grupo homogéneo C, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se menciona que la mejor concentración de alcohol es al 60% para la extracción de la inulina con respecto a los otros porcentajes de alcohol, es decir inciden de una manera ponderante en la extracción de la inulina ya que dichos concentraciones nos permiten conocer su comportamiento durante el rendimiento de azúcares reductores que contiene la inulina.

TABLA 12. Prueba de Tukey para las repeticiones

REPETICIONES	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
r_2	6,0733	A
r_3	5,9567	A B
r_1	5,8417	B

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

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

✓ **Análisis e interpretación tabla 12**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 12, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para las repeticiones se observa tres rangos de significación, ubicándose a la repetición r_2 el primer grupo homogéneo A, mientras que la repetición r_3 se ubica en el grupo homogéneo AB y la repetición r_1 se ubica en el grupo homogéneo B, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se menciona que la mejor repetición es la repetición dos para la extracción de la inulina con respecto a las otras replicas esto nos permiten conocer su comportamiento durante el rendimiento de azúcares reductores que contiene la inulina.

TABLA 13. Prueba de Tukey para la intersección entre variedades de agave vs. concentraciones de alcohol

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
t5 (a ₂ b ₂)	10,9833	A
t4 (a ₂ b ₁)	7,6533	B
t6 (a ₂ b ₃)	7,4800	B
t1 (a ₁ b ₁)	4,0267	C
t3 (a ₁ b ₃)	3,8967	C
t2 (a ₁ b ₂)	1,7033	D

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

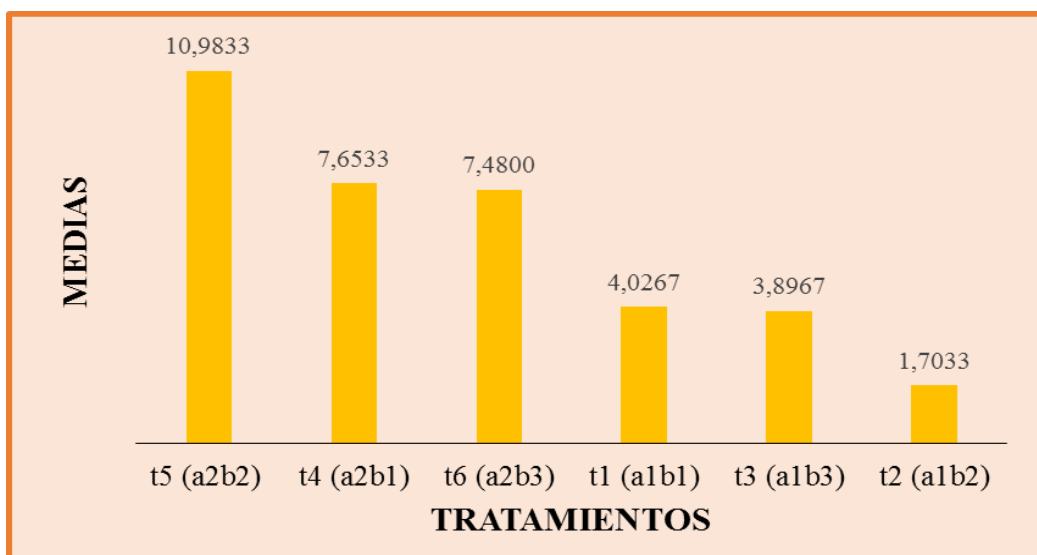
Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

✓ Análisis e interpretación Tabla 13

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 13, se observa que los mejores tratamientos para la variable de azúcares reductores es el t₅ (a₂b₂) en la extracción de inulina que corresponde agave sisal y el 60% de concentración de alcohol y finalmente el tratamiento t₄ (a₂b₁) el mismo que es inulina extraída a partir del agave sisal y el 40% de alcohol, en donde el tratamiento cinco pertenecen al grupo homogéneo A y el tratamiento cuatro pertenece al grupo homogéneo B, es decir existiendo significancia entre los tratamientos.

En conclusión, se menciona que la mejor variedad de agave es el agave sisal y las concentraciones altas de alcohol al 60% para la extracción de la inulina, correspondiente al tratamiento t₅ siendo el mejor tratamiento con un porcentaje alto de los azúcares reductores, el mismo que es necesario para caracterizar la inulina.

GRÁFICO 5. Comportamiento de los promedios de la variable azúcares reductores en la extracción de inulina



Fuente: Tabla 13

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

Mediante los datos obtenidos en el gráfico 5, se observa los dos mejores tratamientos que son t₅ (a₂b₂) con un valor de 10,9833 y finalmente el t₄ (a₂b₁) con un valor de 7,6533, es decir con un porcentaje alto de azúcares reductores, en el mismo que se puede determinar los mejores tratamientos.

En conclusión, se observa que los tratamientos deben tener un rendimiento alto de los azúcares reductores debido a que es importante en la extracción de la inulina así obteniendo los mejores tratamientos el cinco y cuatro en los mismos que se utilizó como variedad de agave el agave sisal para los dos tratamientos y como también las dos concentraciones de alcohol son altas.

3.1.3. Variable Cenizas

El análisis de varianza para las cenizas de la inulina a base dos variedades de agave y tres concentraciones de alcohol.

TABTABLA 14. Análisis de varianza para la variable cenizas

F.V.	SC	GI	CM	F-calculado	F crítico	p-valor
VA	424,5698	1	424,5698	159679,4066	4,9646	< 0,0000**
CA	68,4147	2	34,2074	12865,2883	4,1028	< 0,0000**
VA*CA	49,0292	2	24,5146	9219,8725	4,1028	< 0,0000**
Repeticiones	0,0021	2	0,0011	0,4033	4,1028	0,6785ns
Error	0,00266	10	0,0027			
Total	542,0425	17				
C.V. (%)	0,4940					

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

VA: variedades de agave

** : altamente significativo

ns : no significativo

CA: concentraciones de alcohol

C.V. (%): Coeficiente de variación

✓ Análisis e interpretación tabla 14.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 14, en el análisis de varianza se observa que el F calculado es mayor para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se analiza que los factores y las interacciones son altamente significativos, por lo tanto, se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 con respecto a las variedades de agave y las concentraciones de alcohol utilizados en la obtención de inulina permitiendo de esta manera visualizar diferencias entre los tratamientos con relación a las cenizas, para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey al 5%, para las réplicas no es significativo; es decir se acepta la H_0 y se rechaza la hipótesis H_1 ya que no presentan diferencias entre sus réplicas. Además se nota que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones, el 0,4940 % van a salir diferentes y el 99,5060% de observaciones serán confiables, es decir serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo a las cenizas de la inulina, por lo cual refleja la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación del porcentaje en función del control que el investigador tiene sobre el experimento.

En conclusión, se menciona que las dos variedades de agave cabuya negra y agave sisal con las tres concentraciones de alcohol siendo estas a 40, 60 y 80% si influyen sobre la variable de las cenizas en la obtención de la inulina presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

TABLA 15. Prueba de Tukey para el factor variedades de agave

VARIEDADES DE AGAVE (VA)	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
a ₁	5,5811	A
a ₂	15,2944	B

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

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

✓ **Análisis e interpretación tabla 15**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 15, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor variedades de agave se observa dos rangos de significación, ubicándose la variedad a₁ (cabuya negra) en el primer grupo homogéneo A, mientras que la variedad a₂ (agave sisal) se ubica en el grupo homogéneo B, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se observa que el mejor resultado es con la variedad de agave (cabuya negra), lo que nos permite definir que la inulina obtenida de este tipo de variedad contiene un porcentaje de cenizas dentro del rango establecido de este parámetro.

TABLA 16. Prueba de Tukey para el factor concentraciones de alcohol

CONCENTRACIONES DE ALCOHOL (CA)	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
b ₁	8,4150	A
b ₃	9,8267	B
b ₂	13,0717	C

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

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

✓ **Análisis e interpretación tabla 16**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 16, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor concentraciones de alcohol se observa tres rangos de significación, ubicándose la concentración de alcohol b₁ (40%) en

el primer grupo homogéneo A, mientras que la concentración de alcohol b_3 (80%) se ubica en el grupo homogéneo B y la concentración de alcohol b_2 (60%) se ubica en el grupo homogéneo C, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se menciona que la mejor concentración de alcohol es al 40% para la extracción de la inulina con respecto a los otros porcentajes de alcohol, es decir inciden de una manera ponderante en la extracción de la inulina ya que dichos concentraciones nos permiten conocer su comportamiento durante el análisis de las cenizas que contiene la inulina.

TABLA 17. Prueba de Tukey para la intersección entre variedades de agave vs. concentraciones de alcohol

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
t3 (a_1b_3)	2,9233	A
t1 (a_1b_1)	3,6100	B
t2 (a_1b_2)	10,2100	C
t4 (a_2b_1)	13,2200	D
t5 (a_2b_2)	15,9333	E
t6 (a_2b_3)	16,7300	F

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

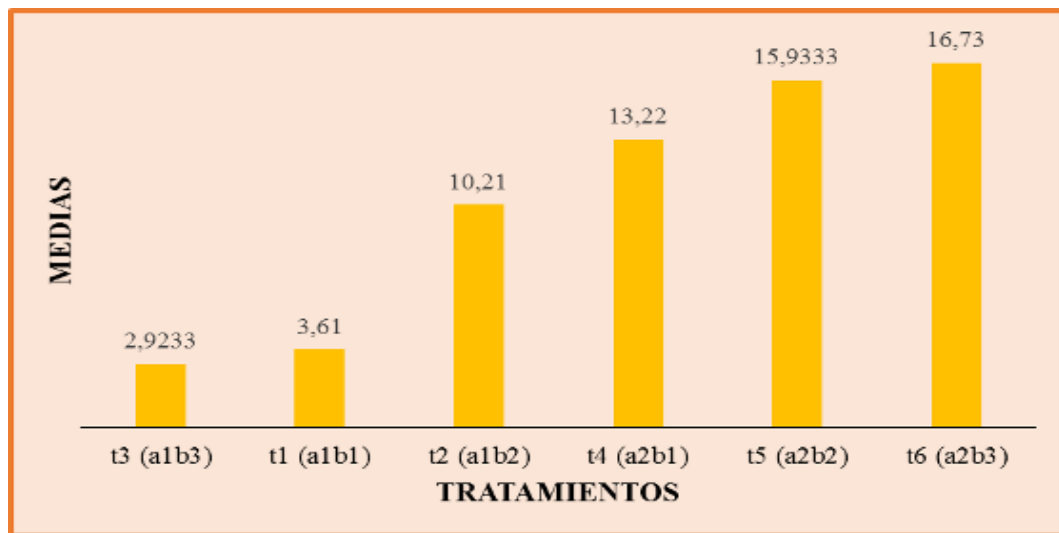
Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

✓ Análisis e interpretación Tabla 17

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 17, se observa que los mejores tratamientos para la variable cenizas es el t_3 (a_1b_3) en la extracción de inulina que corresponde cabuya negra y el 80% de concentración de alcohol y finalmente el tratamiento t_1 (a_1b_1) el mismo que es inulina extraída a partir de la cabuya negra y el 40% de alcohol, en donde el tratamiento tres pertenecen al grupo homogéneo A y el tratamiento uno pertenece al grupo homogéneo B, es decir existiendo significancia entre los tratamientos.

En conclusión, se menciona que la mejor variedad de agave es cabuya negra y las concentraciones de alcohol al 40% para la extracción de la inulina, correspondiente al tratamiento t_3 siendo el mejor tratamiento con un porcentaje bajo de cenizas, las mismas que es necesario para caracterizar la inulina estando dentro de un rango permitido.

GRÁFICO 6. Comportamiento de los promedios de la variable cenizas en la extracción de inulina



Fuente: Tabla 17

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

Mediante los datos obtenidos en el gráfico 6, se observa los dos mejores tratamientos que son t_5 (a_2b_2) con un valor de 15,9333 y finalmente el t_4 (a_2b_1) con un valor de 16,73, es decir con un porcentaje alto de azúcares reductores, en el mismo que se puede determinar los mejores tratamientos.

En conclusión, se observa que los tratamientos deben tener un rendimiento alto de los azúcares reductores debido a que es importante en la extracción de la inulina así obteniendo los mejores tratamientos el cinco y cuatro en los mismos que se utilizó como variedad de agave el agave sisal para los dos tratamientos y como también las dos concentraciones de alcohol son altas.

3.1.4. Variable Fructuosa

El análisis de varianza para la característica fructuosa de la inulina a base dos variedades y tres concentraciones de alcohol.

TABLA 18. Análisis de varianza para la variable fructuosa

F.V.	SC	GI	CM	F-calculado	F crítico	p-valor
VA	25,3709	1	25,3709	1567,5050	4,9646	< 0,0000**
CA	7,2950	2	3,6475	225,3546	4,1028	< 0,0000**
VA*CA	5,2910	2	5,4540	163,4475	4,1028	< 0,0000**
Repeticiones	0,2214	2	0,1107	6,8398	4,1028	0,0134*
Error	0,1619	10	0,0162			
Total	38,3402	17				
C.V. (%)	5,3071					

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

VA: variedades de agave

** : altamente significativo

ns : no significativo

CA: concentraciones de alcohol

* : significativo

C.V. (%): Coeficiente de variación

✓ Análisis e interpretación tabla 18.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 18, en el análisis de varianza se observa que el F calculado es mayor para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se analiza que los factores y las interacciones son altamente significativos, en las repeticiones son significativos por lo tanto, se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 con respecto a las variedades de agave y las concentraciones de alcohol utilizados en la obtención de inulina permitiendo de esta manera visualizar diferencias entre los tratamientos con relación a la fructuosa, para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey al 5%. Además se nota que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones, el 5,3071% van a salir diferentes y el 94,6929% de observaciones serán confiables, es decir serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo a la fructuosa de la inulina, por lo cual refleja la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación del porcentaje en función del control que el investigador tiene sobre el experimento.

En conclusión, se menciona que las dos variedades de agave cabuya negra y agave sisal con las tres concentraciones de alcohol siendo estas a 40, 60 y 80% si influyen sobre la variable de la fructuosa en la obtención de la inulina presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

TABLA 19. Prueba de Tukey para el factor variedades de agave

VARIEDADES DE AGAVE (VA)	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
a ₂	3,5844	A
a ₁	1,2100	B

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

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

✓ **Análisis e interpretación tabla 19.**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 19, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor variedades de agave se observa dos rangos de significación, ubicándose la variedad a₂ (agave sisal) en el primer grupo homogéneo A, mientras que la variedad a₁ (cabuya negra) se ubica en el grupo homogéneo B, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se observa que el mejor resultado es con la variedad de agave (agave sisal), lo que nos permite definir que la inulina obtenida de este tipo de variedad contiene un porcentaje alto de fructosa.

TABLA 20. Prueba de Tukey para el factor concentraciones de alcohol

CONCENTRACIONES DE ALCOHOL (CA)	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
b ₁	2,9250	A
b ₃	2,7650	B
b ₂	1,5017	C

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

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

✓ Análisis e interpretación tabla 20

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 20, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor concentraciones de alcohol se observa tres rangos de significación, ubicándose la concentración de alcohol b_1 (40%) en el primer grupo homogéneo A, mientras que la concentración de alcohol b_3 (80%) se ubica en el grupo homogéneo B y la concentración de alcohol b_2 (60%) se ubica en el grupo homogéneo C, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se menciona que la mejor concentración de alcohol es al 40% para la extracción de la inulina con respecto a los otros porcentajes de alcohol, es decir inciden de una manera ponderante en la extracción de la inulina ya que dichos concentraciones nos permiten conocer su comportamiento durante el análisis de la fructuosa que contiene la inulina.

TABLA 21. Prueba de Tukey para las repeticiones

REPETICIONES	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
r_2	2,5333	A
r_3	2,3967	A B
r_1	2,2617	B

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

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

✓ Análisis e interpretación tabla 21

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 21, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para las repeticiones se observa tres rangos de significación, ubicándose a la repetición r_2 el primer grupo homogéneo A, mientras que la repetición r_3 se ubica en el grupo homogéneo AB y la repetición r_1 se ubica en el grupo homogéneo B, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se menciona que la mejor repetición es la repetición dos para la extracción de la inulina con respecto a las otras replicas esto nos permiten conocer su comportamiento durante el rendimiento de fructuosa que contiene la inulina.

TABLA 22. Prueba de Tukey para la intersección entre variedades de agave vs. concentraciones de alcohol

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
t4 (a ₂ b ₁)	4,6400	A
t6 (a ₂ b ₃)	4,1700	B
t5 (a ₂ b ₂)	1,9433	C
t3 (a ₁ b ₃)	1,3600	D
t1 (a ₁ b ₁)	1,2100	D
t2 (a ₁ b ₂)	1,0600	D

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

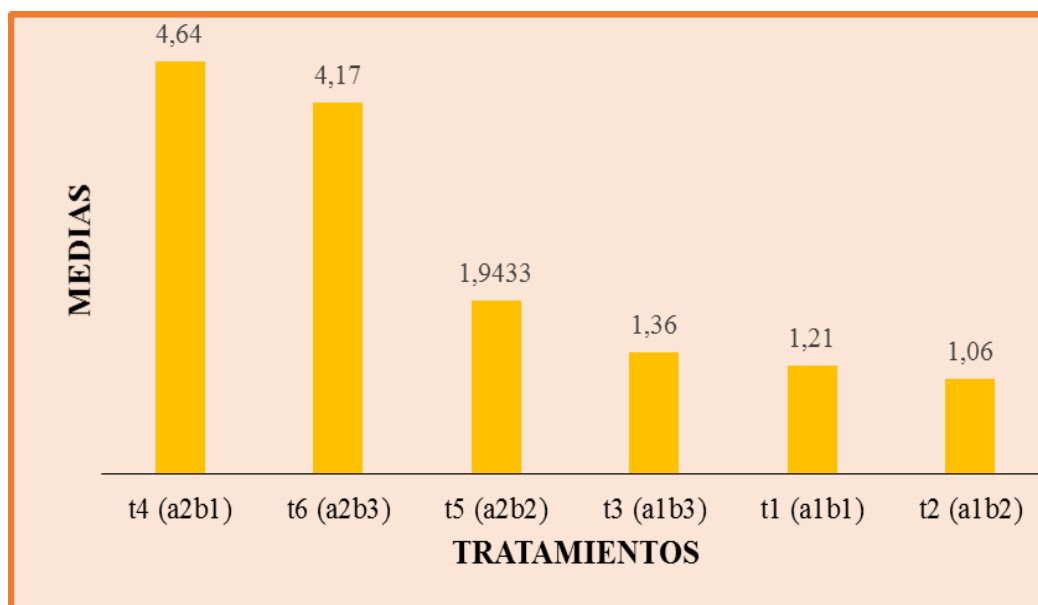
Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

✓ Análisis e interpretación Tabla 22

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 22, se observa que los mejores tratamientos para la variable de fructuosa es el t₄ (a₂b₁) en la extracción de inulina que corresponde al agave sisal y el 40% de concentración de alcohol y finalmente el tratamiento t₆ (a₂b₃) el mismo que es inulina extraída a partir del agave sisal y el 80% de alcohol, en donde el tratamiento cuatro pertenece al grupo homogéneo A y el tratamiento seis pertenece al grupo homogéneo B, es decir existiendo significancia entre los tratamientos.

En conclusión, se menciona que la mejor variedad de agave es el agave sisal y las concentraciones de alcohol al 40% para la extracción de la inulina, correspondiente al tratamiento t₄ siendo el mejor tratamiento con un porcentaje alto de fructuosa, las mismas que es necesario para caracterizar la inulina estando dentro de un rango permitido.

GRÁFICO 7. Comportamiento de los promedios de la variable fructuosa en la extracción de inulina



Fuente: Tabla 22

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

Mediante los datos obtenidos en el gráfico 7, se observa los dos mejores tratamientos que son t₄ (a₂b₁) con un valor de 4,6400 y finalmente el t₆ (a₂b₃) con un valor de 4,1700, es decir con un porcentaje de fructuosa, en el mismo que se puede determinar los mejores tratamientos.

En conclusión, se observa que los tratamientos deben tener un rendimiento de la fructuosa debido a que es importante en la extracción de la inulina así obteniendo los mejores tratamientos el cuatro y seis en los mismos que se utilizó como variedad de agave el agave sisal para los dos tratamientos y como también las dos concentraciones de alcohol del 40% y 80%.

3.1.5. Variable Glucosa

El análisis de varianza para la característica glucosa de la inulina a base dos variedades de agave y tres concentraciones de alcohol.

TABLA 23. Análisis de varianza para la variable glucosa

F.V.	SC	GI	CM	F-calculado	F crítico	p-valor
VA	3,7629	1	3,7629	180,8912	4,9646	< 0,0000**
CA	6,0151	2	3,0075	144,5778	4,1028	< 0,0000**
VA*CA	7,1923	2	3,5962	172,8744	4,1028	< 0,0000**
Repeticiones	0,1200	2	0,0600	2,8854	4,1028	0,1025ns
Error	0,2080	10	0,0208			
Total	17,2984	17				
C.V. (%)	3,2456					

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

VA: variedades de agave

** : altamente significativo

ns : no significativo

CA: concentraciones de alcohol

C.V. (%): Coeficiente de variación

✓ Análisis e interpretación tabla 23.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 23, en el análisis de varianza se observa que el F calculado es mayor para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se analiza que los factores y las interacciones son altamente significativos, por lo tanto, se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 con respecto a las variedades de agave y las concentraciones de alcohol utilizados en la obtención de inulina permitiendo de esta manera visualizar diferencias entre los tratamientos con relación a la glucosa, para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey al 5%, para las réplicas no es significativo; es decir se acepta la H_0 y se rechaza la hipótesis H_1 ya que no presentan diferencias entre sus réplicas. Además se nota que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones, el 5,3071% van a salir diferentes y el 94,6929% de observaciones serán confiables, es decir serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo a la glucosa como componente de la inulina, por lo cual refleja la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación del porcentaje en función del control que el investigador tiene sobre el experimento.

En conclusión, se menciona que las dos variedades de agave cabuya negra y agave sisal con las tres concentraciones de alcohol siendo estas a 40, 60 y 80% si influyen sobre la variable de la glucosa en la obtención de la inulina presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

TABLA 24. Prueba de Tukey para el factor variedades de agave

VARIETADES DE AGAVE (VA)	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
a ₂	4,9011	A
a ₁	3,9867	B

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

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

✓ **Análisis e interpretación tabla 24**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 24, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor variedades de agave se observa dos rangos de significación, ubicándose la variedad a₂ (agave sisal) en el primer grupo homogéneo A, mientras que la variedad a₁ (cabuya negra) se ubica en el grupo homogéneo B, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se observa que el mejor resultado es con la variedad de agave (agave sisal), lo que nos permite definir que la inulina obtenida de este tipo de variedad contiene un porcentaje alto de glucosa.

TABLA 25. Prueba de Tukey para el factor concentraciones de alcohol

CONCENTRACIONES DE ALCOHOL (CA)	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
b ₃	4,8717	A
b ₂	4,8333	A
b ₁	3,6267	B

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

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

✓ **Análisis e interpretación tabla 25**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 25, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor concentraciones de alcohol se observa dos rangos de significación, ubicándose la concentración de alcohol b₃ (80%), mientras que la concentración de alcohol b₂ (60%) ubicándose en el primer grupo

homogéneo A y la concentración de alcohol b_1 (40%) se ubica en el grupo homogéneo B, es decir no presenta diferencias entre la concentración de 80 y 60% de alcohol y lo contrario ocurre presentando diferencias a 40% de alcohol

En conclusión, se menciona que la mejor concentración de alcohol es al 80% para la extracción de la inulina con respecto a los otros porcentajes de alcohol, es decir inciden de una manera ponderante en la extracción de la inulina ya que dichos concentraciones nos permiten conocer su comportamiento durante el análisis de la glucosa que contiene la inulina.

TABLA 26. Prueba de Tukey para la intersección entre variedades de agave vs. concentraciones de alcohol

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
t_5 (a_2b_2)	6,1633	A
t_6 (a_2b_3)	5,0600	B
t_3 (a_1b_3)	4,6833	B
t_1 (a_1b_1)	3,7733	C
t_2 (a_1b_2)	3,5033	C
t_4 (a_2b_1)	3,4800	C

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

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

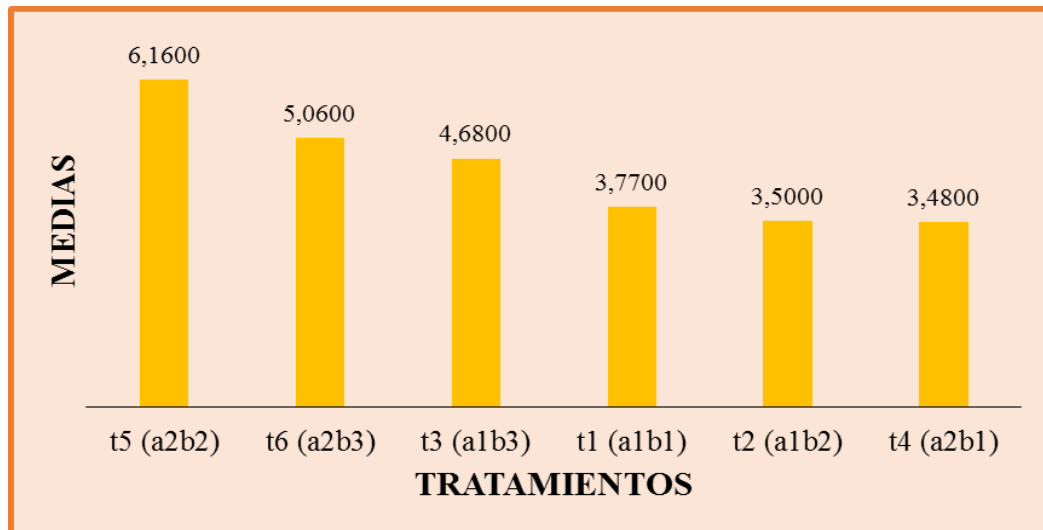
✓ Análisis e interpretación Tabla 26

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 26, se observa que los mejores tratamientos para la variable de glucosa es el t_5 (a_2b_2) en la extracción de inulina que corresponde al agave sisal y el 60% de concentración de alcohol y finalmente el tratamiento t_6 (a_2b_3) el mismo que es inulina extraída a partir del agave sisal y el 80% de alcohol, en donde el tratamiento cinco pertenece al grupo homogéneo A y el tratamiento seis pertenece al grupo homogéneo B, es decir existiendo significancia entre los tratamientos.

En conclusión, se menciona que la mejor variedad de agave es el agave sisal y las concentraciones de alcohol al 60% para la extracción de la inulina, correspondiente al tratamiento t_5 siendo el mejor tratamiento con un porcentaje

alto de glucosa, las mismas que es necesario para caracterizar la inulina estando dentro de un rango permitido.

GRÁFICO 8. Comportamiento de los promedios de la variable glucosa en la extracción de inulina



Fuente: Tabla 26

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

Mediante los datos obtenidos en el gráfico 8, se observa los dos mejores tratamientos que son t₅ (a₂b₂) con un valor de 6,1600 y finalmente el t₆ (a₂b₃) con un valor de 5,0600, es decir con un porcentaje de glucosa, en el mismo que se puede determinar los mejores tratamientos.

En conclusión, se observa que los tratamientos deben tener un rendimiento de la glucosa debido a que es importante en la extracción de la inulina así obteniendo los mejores tratamientos el cinco y seis en los mismos que se utilizó como variedad de agave el agave sisal para los dos tratamientos y como también las dos concentraciones de alcohol del 60% y 80%.

3.1.6. Variable Sacarosa

El análisis de varianza para la sacarosa de la inulina a base dos variedades de agave y tres concentraciones de alcohol.

TABLA 27. Análisis de varianza para la variable sacarosa

F.V.	SC	GI	CM	F-calculado	F crítico	p-valor
VA	152,3094	1	152,3094	6820,1642	4,9646	< 0,0000**
CA	35,1674	2	17,5837	787,3693	4,1028	< 0,0000**
VA*CA	31,9957	2	15,9979	716,3583	4,1028	< 0,0000**
Repeticiones	0,0602	2	0,0301	1,3481	4,1028	1,3481ns
Error	0,2233	10	0,0223			
Total	219,7561	17				
C.V. (%)	2,9030					

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

VA: variedades de agave

** : altamente significativo

ns : no significativo

CA: concentraciones de alcohol

C.V. (%): Coeficiente de variación

✓ Análisis e interpretación tabla 27.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 27, en el análisis de varianza se observa que el F calculado es mayor para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se analiza que los factores y las interacciones son altamente significativos, por lo tanto, se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 con respecto a las variedades de agave y las concentraciones de alcohol utilizados en la obtención de inulina permitiendo de esta manera visualizar diferencias entre los tratamientos con relación a la sacarosa, para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey al 5%, para las réplicas no es significativo; es decir se acepta la H_0 y se rechaza la hipótesis H_1 ya que no presentan diferencias entre sus réplicas. Además se nota que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones, el 2,9030% van a salir diferentes y el 97,0970% de observaciones serán confiables, es decir serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo a la sacarosa como componente de la inulina, por lo cual refleja la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación del porcentaje en función del control que el investigador tiene sobre el experimento.

En conclusión, se menciona que las dos variedades de agave cabuya negra y agave sisal con las tres concentraciones de alcohol siendo estas a 40, 60 y 80% si influyen sobre la variable de la sacarosa en la obtención de la inulina presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

TABLA 28. Prueba de Tukey para el factor variedades de agave

VARIEDADES DE AGAVE (VA)	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
a ₂	8,0567	A
a ₁	2,2389	B

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

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

✓ **Análisis e interpretación tabla 28**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 28, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor variedades de agave se observa dos rangos de significación, ubicándose la variedad a₂ (agave sisal) en el primer grupo homogéneo A, mientras que la variedad a₁ (cabuya negra) se ubica en el grupo homogéneo B, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se observa que el mejor resultado es con la variedad de agave (agave sisal), lo que nos permite definir que la inulina obtenida de este tipo de variedad contiene un porcentaje alto de sacarosa

TABLA 29. Prueba de Tukey para el factor concentraciones de alcohol

CONCENTRACIONES DE ALCOHOL (CA)	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
b ₂	6,5167	A
b ₃	5,6983	B
b ₁	3,2283	C

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

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

✓ **Análisis e interpretación tabla 29**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 29, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor concentraciones de alcohol se observa tres rangos de significación, ubicándose la concentración de alcohol b₂ (60%) en el primer grupo homogéneo A, mientras que la concentración de alcohol b₃ (80%) se ubica en el grupo homogéneo B y la concentración de alcohol b₁ (40%) se ubica en el grupo homogéneo C, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se menciona que la mejor concentración de alcohol es al 60% para la extracción de la inulina con respecto a los otros porcentajes de alcohol, es decir no inciden de una manera ponderante en la extracción de la inulina ya que dichos concentraciones nos permiten conocer su comportamiento durante el análisis de la sacarosa que contiene la inulina.

TABLA 30. Prueba de Tukey para la intersección entre variedades de agave vs. concentraciones de alcohol

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
t ₅ (a ₂ b ₂)	11,1667	A
t ₆ (a ₂ b ₃)	8,3633	B
t ₄ (a ₂ b ₁)	4,6400	C
t ₃ (a ₁ b ₃)	3,0333	D
t ₂ (a ₁ b ₂)	1,8667	E
t ₁ (a ₁ b ₁)	1,8167	E

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

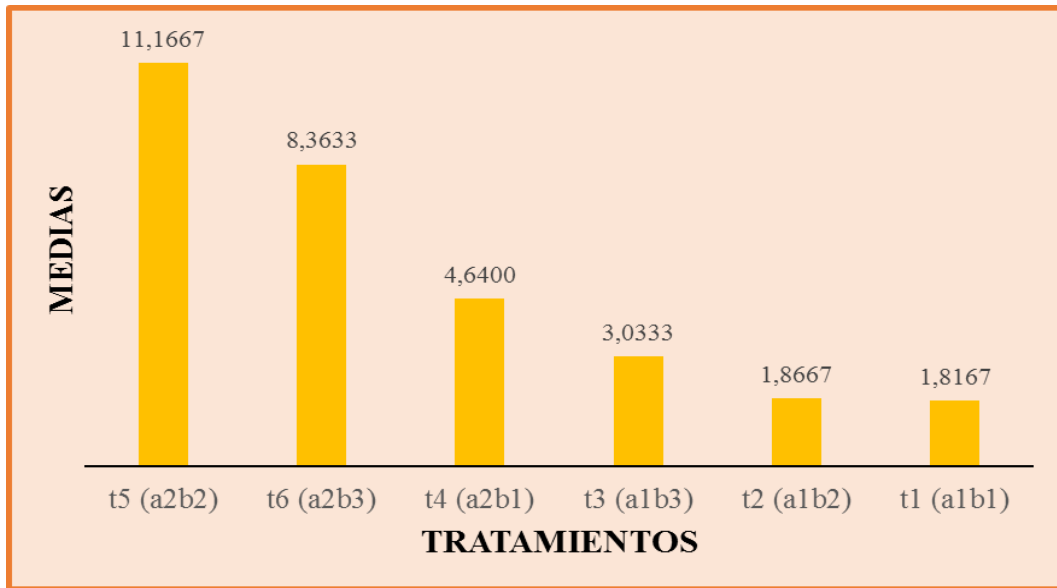
Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

✓ Análisis e interpretación tabla 30

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 30, se observa que los mejores tratamientos para la variable de sacarosa es el t₅ (a₂b₂) en la extracción de inulina que corresponde al agave sisal y el 60% de concentración de alcohol y finalmente el tratamiento t₆ (a₂b₃) el mismo que es inulina extraída a partir del agave sisal y el 80% de alcohol, en donde el tratamiento cinco pertenece al grupo homogéneo A y el tratamiento seis pertenece al grupo homogéneo B, es decir existiendo significancia entre los tratamientos.

En conclusión, se menciona que la mejor variedad de agave es el agave sisal y las concentraciones de alcohol al 60% para la extracción de la inulina, correspondiente al tratamiento t₅ siendo el mejor tratamiento con un porcentaje alto de glucosa, las mismas que es necesario para caracterizar la inulina estando dentro de un rango permitido.

GRÁFICO 9. Comportamiento de los promedios de la variable sacarosa en la extracción de inulina



Fuente: Tabla 30

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

Mediante los datos obtenidos en el gráfico 9, se observa los dos mejores tratamientos que son t₅ (a₂b₂) con un valor de 11,1667 y finalmente el t₆ (a₂b₃) con un valor de 8,3633, es decir con un porcentaje de sacarosa, en el mismo que se puede determinar los mejores tratamientos.

En conclusión, se observa que los tratamientos deben tener un rendimiento de la sacarosa debido a que es importante en la extracción de la inulina así obteniendo los mejores tratamientos el cinco y seis en los mismos que se utilizó como variedad de agave el agave sisal para los dos tratamientos y como también las dos concentraciones de alcohol del 60% y 80%.

3.1.7. Variable Kestosa

El análisis de varianza para la kestosa de la inulina a base dos variedades de agave y tres concentraciones de alcohol.

TABLA 31. Análisis de varianza para la variable Kestosa

F.V.	SC	GI	CM	F-calculado	F crítico	p-valor
VA	24,1281	1	24,1281	1086,6877	4,9646	< 0,0000**
CA	0,7525	2	0,3763	16,9457	4,1028	< 0,0006*
VA*CA	2,6697	2	1,3349	60,1204	4,1028	< 0,0000**
Repeticiones	0,0008	2	0,0004	0,0188	4,1028	0,9814ns
Error	0,2220	10	0,0222			
Total	27,7732	17				
C.V. (%)	4,3912					

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

VA: variedades de agave

** : altamente significativo

ns : no significativo

CA: concentraciones de alcohol

* : significativo

C.V. (%): Coeficiente de variación

✓ Análisis e interpretación tabla 31

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 31, en el análisis de varianza se observa que el F calculado es mayor para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se analiza que los factor variedad de agave y las interacciones son altamente significativos y el factor concentraciones de alcohol es significativo por lo tanto, se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 con respecto a las variedades de agave y las concentraciones de alcohol utilizados en la obtención de inulina permitiendo de esta manera visualizar diferencias entre los tratamientos con relación a la kestosa, para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey al 5%, para las réplicas no es significativo; es decir se acepta la H_0 y se rechaza la hipótesis H_1 ya que no presentan diferencias entre sus réplicas. Además se nota que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones, el 4,3912% van a salir diferentes y el 95,6088% de observaciones serán confiables, es decir serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo a la kestosa como componente de la inulina, por lo cual refleja la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la aceptación del porcentaje en función del control que el investigador tiene sobre el experimento.

En conclusión, se menciona que las dos variedades de agave cabuya negra y agave sisal con las tres concentraciones de alcohol siendo estas a 40, 60 y 80% si influyen sobre la variable de la kestosa en la obtención de la inulina presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

TABLA 32. Prueba de Tukey para el factor variedades de agave

VARIETADES DE AGAVE (VA)	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
a ₂	4,5511	A
a ₁	2,23566	B

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

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

✓ **Análisis e interpretación tabla 32**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 32, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor variedades de agave se observa dos rangos de significación, ubicándose la variedad a₂ (agave sisal) en el primer grupo homogéneo A, mientras que la variedad a₁ (cabuya negra) se ubica en el grupo homogéneo B, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se observa que el mejor resultado es con la variedad de agave (agave sisal), lo que nos permite definir que la inulina obtenida de este tipo de variedad contiene un porcentaje alto de kestosa.

TABLA 33. Prueba de tukey para el factor concentraciones de alcohol

CONCENTRACIONES DE ALCOHOL (CA)	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
b ₂	3,5850	A
b ₁	3,4850	A
b ₃	3,1100	B

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

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

✓ **Análisis e interpretación tabla 33**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 33, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor concentraciones de alcohol se observa dos rangos de significación, ubicándose la concentración de alcohol b₂ (60%), mientras que la concentración de alcohol b₁ (40%) ubicándose en el primer grupo homogéneo A y la concentración de alcohol b₃ (80%) se ubica en el grupo

homogéneo B, es decir no presenta diferencias entre la concentración de 60 y 40% de alcohol y lo contrario ocurre presentando diferencias a 80% de alcohol

En conclusión, se menciona que la mejor concentración de alcohol es al 60% para la extracción de la inulina con respecto a los otros porcentajes de alcohol, es decir inciden de una manera ponderante en la extracción de la inulina ya que dichos concentraciones nos permiten conocer su comportamiento durante el análisis de la kestosa que contiene la inulina.

TABLA 34. Prueba de Tukey para la intersección entre variedades de agave vs. concentraciones de alcohol

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
t ₅ (a ₂ b ₂)	5,2400	A
t ₄ (a ₂ b ₁)	4,5867	B
t ₆ (a ₂ b ₃)	3,8267	C
t ₃ (a ₁ b ₃)	2,3933	D
t ₁ (a ₁ b ₁)	2,3833	D
t ₂ (a ₁ b ₂)	1,9300	E

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

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

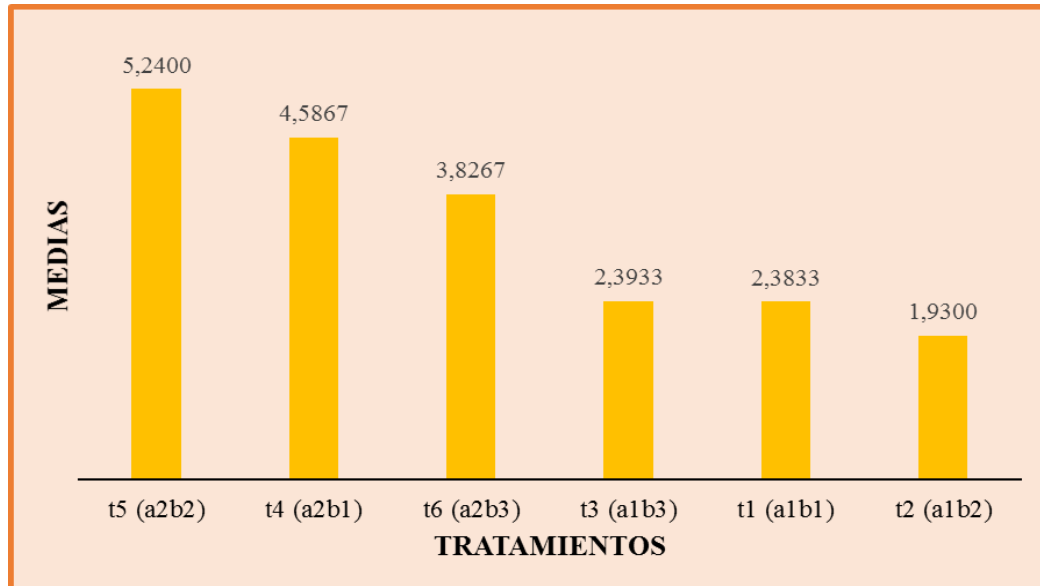
✓ Análisis e interpretación tabla 34

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 34, se observa que los mejores tratamientos para la variable kestosa es el t₅ (a₂b₂) en la extracción de inulina que corresponde al agave sisal y el 60% de concentración de alcohol y finalmente el tratamiento t₄ (a₂b₁) el mismo que es inulina extraída a partir del agave sisal y el 40% de alcohol, en donde el tratamiento cinco pertenece al grupo homogéneo A y el tratamiento cuatro pertenece al grupo homogéneo B, es decir existiendo significancia entre los tratamientos.

En conclusión, se menciona que la mejor variedad de agave es el agave sisal y las concentraciones de alcohol al 60% para la extracción de la inulina, correspondiente al tratamiento t₅ siendo el mejor tratamiento con un porcentaje

alto de kestosa, las mismas que es necesario para caracterizar la inulina estando dentro de un rango permitido.

GRÁFICO 10. Comportamiento de los promedios de la variable kestosa en la extracción de inulina



Fuente: Tabla 34

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

Mediante los datos obtenidos en el gráfico 10, se observa los dos mejores tratamientos que son t₅ (a₂b₂) con un valor de 5,2400 y finalmente el t₄ (a₂b₁) con un valor de 4,5867, es decir con un porcentaje de kestosa, en el mismo que se puede determinar los mejores tratamientos.

En conclusión, se observa que los tratamientos deben tener un rendimiento de la kestosa debido a que es importante en la extracción de la inulina así obteniendo los mejores tratamientos el cinco y cuatro en los mismos que se utilizó como variedad de agave el agave sisal para los dos tratamientos y como también las dos concentraciones de alcohol del 60% y 40%.

3.1.8. Variable Fructofuranosilnística

El análisis de varianza para la fructofuranosilnística de la inulina a base dos variedades de agave y tres concentraciones de alcohol.

TABLA 35. Análisis de varianza para la variable fructofuranosilnística

F.V.	SC	GI	CM	F-calculado	F crítico	p-valor
VA	9,0029	1	9,0029	1202,7082	4,9646	< 0,0000**
CA	11,7599	2	5,8799	785,5047	4,1028	< 0,0000**
VA*CA	11,7825	2	5,8912	787,0142	4,1028	< 0,0000**
Repeticiones	0,0002	2	0,0001	0,0141	4,1028	0,9860ns
Error	0,0749	10	0,0075			
Total	32,6204	17				
C.V. (%)	4,7092					

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

VA: variedades de agave

** : altamente significativo

ns : no significativo

CA: concentraciones de alcohol

C.V. (%): Coeficiente de variación

✓ Análisis e interpretación tabla 35

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 35, en el análisis de varianza se observa que el F calculado es mayor para el F crítico a un nivel de confianza del 95%, en donde se analiza que los factores y las interacciones son altamente significativos, por lo tanto, se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 con respecto a las variedades de agave y las concentraciones de alcohol utilizados en la obtención de inulina permitiendo de esta manera visualizar diferencias entre los tratamientos con relación a la fructofuranosilnística, para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey al 5%, para las réplicas no es significativo; es decir se acepta la H_0 y se rechaza la hipótesis H_1 ya que no presentan diferencias entre sus réplicas. Además se nota que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que de 100 observaciones, el 4,7092% van a salir diferentes y el 95,2908% de observaciones serán confiables, es decir serán valores iguales para todos los tratamientos de acuerdo a la fructofuranosilnística como componente de la inulina, por lo cual refleja la precisión con que fue desarrollado el ensayo y la

aceptación del porcentaje en función del control que el investigador tiene sobre el experimento.

En conclusión, se menciona que las dos variedades de agave cabuya negra y agave sisal con las tres concentraciones de alcohol siendo estas a 40, 60 y 80% si influyen sobre la variable de la fructofuranosilnístosa en la obtención de la inulina presentando diferencias entre los tratamientos de la investigación.

TABLA 36. Prueba de Tukey para el factor variedades de agave

VARIEDADES DE AGAVE (VA)	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
a ₁	2,5444	A
a ₂	1,1300	B

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

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

✓ **Análisis e interpretación tabla 36**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 36, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor variedades de agave se observa dos rangos de significación, ubicándose la variedad a₁ (cabuya negra) en el primer grupo homogéneo A, mientras que la variedad a₂ (agave sisal) se ubica en el grupo homogéneo B, es decir presentando diferencias entre cada uno de ellos.

En conclusión, se observa que el mejor resultado es con la variedad de agave (cabuya negra), lo que nos permite definir que la inulina obtenida de este tipo de variedad contiene un porcentaje alto de fructofuranosilnístosa.

TABLA 37. Prueba de Tukey para el factor concentraciones de alcohol

CONCENTRACIONES DE ALCOHOL (CA)	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
b ₁	2,9667	A
b ₃	1,4250	B
b ₂	1,1200	C

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

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

✓ Análisis e interpretación tabla 37

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 37, al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para el factor concentraciones de alcohol se observa dos rangos de significación, ubicándose la concentración de alcohol b_1 (40%) ubicándose en el primer grupo homogéneo A, mientras que la concentración de alcohol b_3 (80%) ubicándose en el grupo homogéneo B y la concentración de alcohol b_2 (60%) se ubica en el grupo homogéneo C, es decir presentando diferencias entre las concentraciones de alcohol.

En conclusión, se menciona que la mejor concentración de alcohol es al 40% para la extracción de la inulina con respecto a los otros porcentajes de alcohol, es decir inciden de una manera ponderante en la extracción de la inulina ya que dichos concentraciones nos permiten conocer su comportamiento durante el análisis de la fructofuranosilnístosa que contiene la inulina.

TABLA 38. Prueba de Tukey para la intersección entre variedades de agave vs. concentraciones de alcohol

TRATAMIENTOS	MEDIAS	GRUPOS HOMOGÉNEOS
t_4 (a_2b_1)	3,3900	A
t_3 (a_1b_3)	2,8500	B
t_1 (a_1b_1)	2,5433	C
t_2 (a_1b_2)	2,2400	D
t_5 (a_2b_2)	0,0000	E
t_6 (a_2b_3)	0,0000	E

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

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

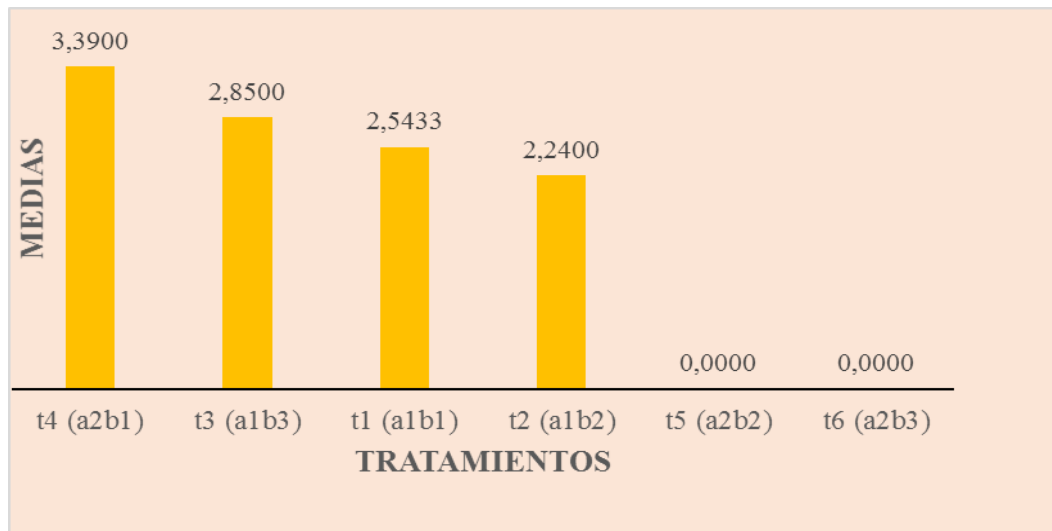
✓ Análisis e interpretación tabla 38

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 38, se observa que los mejores tratamientos para la variable fructofuranosilnístosa es el t_4 (a_2b_1) en la extracción de inulina que corresponde al agave sisal y el 40% de concentración de alcohol y finalmente el tratamiento t_3 (a_1b_3) el mismo que es inulina extraída a partir de la

cabuya negra y el 80% de alcohol, en donde el tratamiento cuatro pertenece al grupo homogéneo A y el tratamiento tres pertenece al grupo homogéneo B, es decir existiendo significancia entre los tratamientos.

En conclusión, se menciona que la mejor variedad de agave es el agave sisal y las concentraciones de alcohol al 40% para la extracción de la inulina, correspondiente al tratamiento t_4 siendo el mejor tratamiento con un porcentaje alto de fructofuranosilnística, las mismas que es necesario para caracterizar la inulina estando dentro de un rango permitido.

GRÁFICO 11. Comportamiento de los promedios de la variable fructofuranosilnística en la extracción de inulina



Fuente: Tabla 38

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis

Mediante los datos obtenidos en el gráfico 11, se observa los dos mejores tratamientos que son t_4 (a_2b_1) con un valor de 3,3900 y finalmente el t_3 (a_1b_3) con un valor de 2,8500, es decir con un porcentaje de fructofuranosilnística, en el mismo que se puede determinar los mejores tratamientos.

En conclusión, se observa que los tratamientos deben tener un rendimiento de la fructofuranosilnística debido a que es importante en la extracción de la inulina así obteniendo los mejores tratamientos el cuatro y tres en los mismos que se

utilizó como variedad de agave el agave sisal para los dos tratamientos y como también las dos concentraciones de alcohol del 40% y 80%.

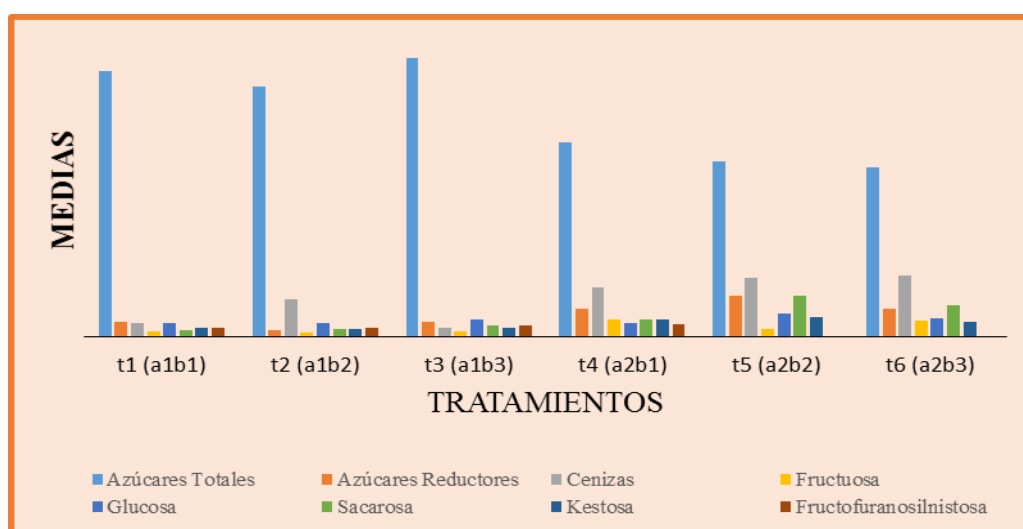
3.1.9. Identificación de los dos mejores tratamientos.

De acuerdo a los análisis de varianza y medias obtenidas en la presente investigación de la extracción de inulina a partir de dos variedades de agave (cabuya negra y agave sisal) con tres concentraciones de alcohol (40, 60 y 80%) se procede a la calificación de los dos mejores tratamientos.

TABLA 39. Identificación de los dos mejores tratamientos

TRATAMIENTOS						
VARIABLES	t1 (a1b1)	t2 (a1b2)	t3 (a1b3)	t4 (a2b1)	t5 (a2b2)	t6 (a2b3)
Azúcares Totales	72,6600	68,3867	76,1700	52,8900	47,7600	46,2233
Azúcares Reductores	4,0267	1,7033	3,8967	7,6533	10,9833	7,4800
Cenizas	3,6100	10,2100	2,2933	13,2200	15,9333	16,7300
Fructuosa	1,2100	1,0600	1,3600	4,6400	1,9433	4,1700
Glucosa	3,7733	3,5033	4,6833	3,4800	6,1633	5,0600
Sacarosa	1,8167	1,8667	3,0333	4,6400	11,1667	8,3633
Kestosa	2,3833	1,9300	2,3933	4,5867	5,2400	3,8267
Fructofuranosilnistosa	2,4533	2,2400	2,8500	3,3900	0,0000	0,0000

GRÁFICO 12. Promedios de los dos mejores tratamientos



Mediante los datos obtenidos en la tabla 39 y en el gráfico 12, se describen el análisis de las medias para determinar los dos mejores tratamientos que se obtuvo en el análisis de varianza de las características físico - químicas en el producto final y se determinó que los dos mejores tratamientos de acuerdo a la valoración de los resultados es el t_5 (a_2b_2) que corresponde a la inulina extraída con la variedad de agave (agave sisal) con la concentración del 60% de alcohol, seguido del tratamiento t_6 (a_2b_3) el mismo que corresponde a la inulina extraída con la variedad de agave (agave sisal) con la concentración del 80% de alcohol, dando como resultado los siguientes tratamientos:

t_5 (a_2b_2): Agave sisal + 60% de alcohol

t_6 (a_2b_3): Agave sisal + 80% de alcohol

3.1.10. Resultados del análisis físico - químicos de los dos mejores tratamientos.

TABLA 40. Resultados de los análisis microbiológicos de la cabuya negra (*Agave americana L.*) Y AGAVE SISAL (*Agave sisalana P.*)

Análisis	Método utilizado	t_5	t_6	BERNEO ORAF TI HP
		a_2b_2	a_2b_3	
Mohos	PE-07-5.4-MB INEN 1529-10.1998	<10	<10	Máximo: 20/g.
Levaduras	PE-07-5.4-MB INEN 1529-10.1998	8.0×10^2	<10	Máximo: 20/g.
E. Coli	PE-01-5.4-MB AOAC 991.14.Ed 19,2012	<10	<10	Ausente en 1g.

Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

✓ Análisis e interpretación tabla 40

De acuerdo a la tabla 40, los parámetros microbiológicos (mohos, levaduras, E. Coli) de la inulina obtenida de los dos mejores tratamientos, si cumplieron con los parámetros establecidos de acuerdo a las normas BERNEO ORAFTI HP (Ver anexo 4) en lo que se refiere a los análisis microbiológicos.

En conclusión, se puede decir que los parámetros establecidos por BERNEO ORAFTI HP (Ver anexo 4) para la inulina están dentro de los parámetros establecidos, lo que comprueba la precisión del ensayo puesto que dichos análisis se realizaron en un laboratorio que posee normativas acreditadas.

TABLA 41. Resultados de los análisis físico – químicos de la cabuya negra (*Agave americana L.*) Y AGAVE SISAL (*Agave sisalana P.*)

Análisis	Método utilizado	t ₅	t ₆	BERNEO ORAFTI HP
		a ₂ b ₂	a ₂ b ₃	
pH	AOAC 942.15 Ed 19,2012 INEN 389	5.98	5.79	5-7

Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

✓ Análisis e interpretación tabla 41

Mediante la tabla 41, se puede observar que el parámetro físico-químico de los dos mejores tratamientos si cumplen con las normativas estipuladas por BERNEO ORAFTI HP (Ver anexo 4) en lo que se refiere al pH.

En conclusión, se puede deducir que los parámetros establecidos por BERNEO ORAFTI HP (Ver anexo 4) en cuanto a la inulina están dentro de los parámetros deseados y que todos los ensayos se realizaron correctamente

3.1.11. Balance económico

3.1.11.1. Balance económico de la obtención de la inulina

TABLA 42. Costos de los materiales utilizados en la obtención de la inulina

Materiales	Cantidad	Valor Unitario(\$)	Valor Total (\$)
Jugo del agave sisal	900ml	0,50	1,50
Jugo de la cabuya negra	900ml	0,50	1,50
Alcohol	5000ml	2,50	12,50
Total			\$ 15,50

Elaborado por: Fuente: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

Inulina \$15.50

Mano de obra 10%

\$15,50 ————— 100%

X ————— 10%

X = \$ 1,55

Desgaste de equipos 5%

\$15,50 ————— 100%

X ————— 5%

X= \$0,77

Energía eléctrica 5%

\$15,50 ————— 100%

X ————— 5%

X= \$ 0,77

TABLA 43. Gastos de la obtención de la inulina

Gastos		Costos (\$)
Mano de Obra	10%	1,55
Energía Eléctrica	5 %	0,77
Materiales o Equipos	5%	0,77
Total		\$ 3,09

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

Costo unitario = Costo total + Gasto total

$$CU = 15,50 + 3,09$$

$$CU = \$ 18,59$$

Utilidad del 25 %

$$\$ 18,59 \text{ ————— } 100\%$$

$$X \text{ ————— } 25\%$$

$$X = \$ 4,64$$

Precio de venta al público = Costo unitario + la utilidad

$$PVP = CU + \text{utilidad}$$

$$PVP = 15,50 + 4,64$$

$$PVP = \$ 20,14$$

✓ Análisis e interpretación tabla 43

El siguiente balance se realizó con el fin de conocer el precio total de la extracción de la inulina calculando materia prima, costo unitario entre otros en donde se llegó a obtener un precio de \$20,14 del precio del producto de las dos variedades de agave.

3.1.11.2. Balance económico del mejor tratamiento

Tratamiento t₅ (a₂b₂) corresponde a la inulina de agave sisal con la concentración de alcohol al 60%

TABLA 44. Costos de los materiales utilizados en la formulación del tratamiento t₅ (a₂b₂)

Materiales	Cantidad	Valor Unitario(\$)	Valor Total (\$)
Jugo de agave sisal	300ml	0,50	0,50
Alcohol	484,21ml	1.25	1.25
Total			\$ 1,75

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

TABLA 45. Gastos varios del tratamiento t₅ (a₂b₁)

Gastos		Costos (\$)
Mano de Obra	10%	0,17
Energía Eléctrica	5 %	0,08
Materiales o Equipos	5%	0,08
Total		\$ 0.33

Elaborado por: Molina Lorena, Taco Luis, 2016

INULINA DE AGAVE SISAL (60%) 3,55

Mano de obra

\$ 1,75 ——— 100%

X ——— 10%

X = \$ 0,17

Energía eléctrica

\$ 1,75 ——— 100

X ——— 5%

X = \$ 0,08

Desgaste de equipos 5%

\$ 1,75 ——— 100%

X ——— 5%

X = \$ 0,08

Valor por cada 5,4864 g de inulina de agave sisal

Costo unitario = Costo total + Gasto total

CU=1,75+0,33

CU= \$ 2,08

Utilidad del 25 %

1,75 ——— 100%

X ——— 25%

X=\$0.43

Precio de venta al público = Costo unitario + la utilidad

PVP = CU + utilidad

PVP = 2,08 + 0,43

PVP = \$ 2,51 cada 5,48g de inulina de agave sisal (60%)

✓ **Análisis e interpretación tabla 45**

Una vez realizado los diferentes balances podemos observar que la inulina llega a un precio de 2,52 por cada 5,48g de inulina de agave sisal, esto nos da a entender que se eleva el costo del producto por cantidades mínimas de inulina de las dos variedades de agave, razón por la cual la hipótesis se rechaza.

TABLA 46. Comparación de la inulina con la stevia

Inulina	Precio de inulina	Cantidad en gramos	Presentación
Inulina de gave	2,52	5,48 g	Polvo
Stevia	6,87	100 g	Polvo

✓ **Análisis e interpretación tabla 46**

En la tabla 46 se realizó la comparación de la inulina con la stevia en donde se concluyó que es no factible elaborar inulina de agave en pequeñas cantidades por el costo elevado en cuanto a materia prima y equipos utilizados para la extracción del mismo.

CONCLUSIONES

- ✓ Se obtuvo inulina a partir de dos variedades de agave cabuya negra (*Agave americana L.*) y agave sisal (*Agave sisalana P.*) con tres concentraciones de alcohol (40%,60%,80%) mediante la liofilización y se realizó la caracterización físico-química de los diferentes tratamientos.
- ✓ Mediante los análisis físico-químicos se determinó los dos mejores tratamientos en la extracción de inulina utilizando el programa estadístico Infostad L/S y Excel dando como resultado que los tratamientos t_5 (a_2b_2) del (*Agave sisalana P.*) + 60% de alcohol y t_6 (a_2b_3) del (*Agave sisalana p.*) + 80% de alcohol son los mejores.
- ✓ Se realizó los análisis microbiológicos y físico-químicos de los dos mejores tratamientos, donde se determinó que si cumplen con las normas establecidas de acuerdo a las normas de BERNEO ORAFITI HP (Ver anexo 4) en cuanto a las características de la inulina.
- ✓ Se realizó un análisis económico del mejor tratamiento (*Agave sisalana P.*) con la concentración de alcohol al 60% donde se determinó que el precio de elaboración de inulina es de \$ 2,52 por cada 5,48g y a comparación con la stevia se concluyó que no es factible elaborar inulina de agave en pequeñas cantidades por el costo de la materia prima y equipos.

RECOMENDACIONES

- ✓ Es recomendable revisar la normativa vigente en nuestro país (NORMAS INEN) debido a que la inulina es un producto innovador y posteriormente se podría lanzar al mercado con una marca registrada, por las entidades correspondientes.
- ✓ Se recomienda separar completamente todo el resto de alcohol que tiene el precipitado con el rotavapor para realizar la congelación es necesario que esté libre de alcohol para el proceso de liofilización.
- ✓ Para la centrifugación se debe trabajar a 5000 rpm por 15 minutos para una mejor separación de sólidos y clarificación del jugo porque a 3000 rpm por 10 minutos no obtenemos la coloración deseada.
- ✓ Es importante lavar los utensilios de laboratorio con agua destilada y bajas dosis de cloro después de cada proceso esto evitara la contaminación cruzada.
- ✓ Se debe poner las muestras en vasos de precipitación de vidrio para una mejor observación y separación del alcohol luego de la sedimentación.
- ✓ Cuando se realiza la extracción del jugo se debe almacenarlo en fundas ziploc y congelarlo inmediatamente para evitar la fermentación.
- ✓ Realizar próximas investigaciones referentes a la inulina con otros métodos de extracción para mejorar las concentraciones de azúcares presentes en la misma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Libros

- ✓ León, J. (2000). *Botánica de los cultivos tropicales* (Tercera ed.). San José, Costa Rica: Afroamericana. Pág. 284-483.486
- ✓ Ibarra, B, C (2010). “Ingeniería de Tequilas” (Primera ed.). Bogotá-Colombia. Pág.15-76
- ✓ Guillot, D, L, R. (2009). *El género agave L. en la flora alóctona valenciana*. Pág. 15-22-75
- ✓ Maitti, R. (1995). *Fibras Vegetales en el Mundo*. (Primera ed.) (Talleres de Roto diseño y Color, S.A. de C.V, San Felipe num.26, Col. Xoco 1995.) ISBN: 968-24-4875-1. Pag.124-126-127
- ✓ Costa, C. C. (2004). *Curso de ingeniería química*. Barcelona, España: Reverté, S.A. Pág.49
- ✓ Lamarque, Z. L. (2008). *Fundamentos teórico - prácticos de la química orgánica* (primera ed.). Argentina: Brujas. Pág.46
- ✓ Hill, K. (1999). *Química para el nuevo milenio* (Octava ed.). (R. M. Lunas, Ed.) México: Mexicana Reg. Núm.1524. Pág.234
- ✓ Hernández, A. (s.f.). *Microbiología Industrial*. Editorial Universidad Estatal a distancia. Pág.109
- ✓ Ramírez, J. (2006). *Liofilización de los Alimentos* (Universidad del Valle) Cali- Colombia. Pág.2-3-4-5

- ✓ Johannes, M. (2010). *La nueva dieta anti-cáncer* (Primera ed.). (S. Limpergraf, Ed.) España: Hispano Europea, S.A. Pág.65

- ✓ Manrique, I., Párraga A., Hermann, M. (2005). *Jarabe de yacón: Principios y procesamiento*. Perú: Lima. Pág. 4

- ✓ Johannes, M. (2010). *La nueva dieta anti-cáncer* (Primera ed.). (S. Limpergraf, Ed.) España: Hispano Europea, S.A. Pág.65

- ✓ Casaña, L. (1873). *Tratado de Química Orgánica* (Primera ed.). Barcelona. Pág.579

- ✓ Barluenga, J. (1987). *Manual de Química Inorgánica*. (Primera ed). España. ISBN: -87-291-7066-9. Pág. 488

Tesis

- ✓ Chacusig, T. (2011). Estudio de las propiedades reológicas del dulce de cabuya negro (*agave americana*) para la elaboración de un edulcorante bajo en calorías. Tesis previa a la obtención del título de ingeniera en alimentos, Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador.
- ✓ Arias, L. (2013) Elaboración de una bebida alcohólica utilizando dos variedades de agave; negro (*agave americano*) y blanco (*furcraea andina*) empleando *sacharomyces cerevisiae* en dos presentaciones (liofilizada y en pasta). Tesis de grado previo a la obtención del título de ingeniería agroindustrial, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga-Ecuador
- ✓ Jurado, S. (2009). Estudio de la cadena agroindustrial de la cabuya en la producción de miel y licor de cabuya. Proyecto previo a la obtención del título de ingenieros agroindustriales, Escuela Politécnica Nacional, Quito
- ✓ Guillermo, J., Macías, A. (2014). Optimización del proceso de fermentación en la fábrica de tequila en la empresa “Tancahuaico” Oña-provincia del Azuay”. Tesis previa a la obtención del título de químico farmacéutico, Universidad de Cuenca, Cuenca
- ✓ Defaz, A. (2000) Obtención y Elaboración de Alcohol y Mermeladas de Cabuya. Tesis previa a la obtención del título de ingeniería agroindustrial carrera de Ingeniería Agroindustrial Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga-Ecuador.
- ✓ Duque, J. (2013). Evaluación de tres métodos de reproducción del penco azul (*Agave americana*), en la Parroquia Tocachi, Cantón Pedro Moncayo Provincia Pichincha. Tesis previa a la obtención del título de

Ingeniero Agropecuario, Carrera Ingeniería Agropecuaria, Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Quito

- ✓ Ayora, D., Quito, C. (2103). Proceso de extracción de mishqui y elaboración del chaguarmisqui en ñamarín, provincia de Azuay. Propuesta de nuevos usos gastronómicos y bebidas. Monografía previa para la obtención del título de licenciado y gastronomía y servicio de alimentos y bebidas, Universidad de Cuenca, Cuenca
- ✓ Merino, L. (2004). Estudio bromatológico y fotoquímico de la jícama (*smallanthus sonchifolia*) para determinar el tiempo óptimo de cosecha. Previo a la obtención del título de doctor en bioquímica y Farmacia. Facultad de Ciencias Escuela de Bioquímica y Farmacia, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador.
- ✓ Berdugo, N. (2008). Desarrollo de tecnología para la elaboración de jarabe con alto contenido de FOS a partir de jícama (*smallanthus sonchifolia* P& E). Proyecto previo a la obtención del título de ingeniería agroindustrial .Facultad de Ingeniería Química y Agroindustrial Escuela Politécnica Nacional, Quito-Ecuador
- ✓ Gonzales, L. (2013). Obtención de los nutraceuticos presentes en la piña del agave tequilero mediante dilución diferencial. Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias en producción agrícola sustentable facultad centro interdisciplinario de investigación para el desarrollo integral CIIDIR-IPN-MICHOACÁN Instituto Politécnico Nacional, Jiquilpan-Michoacán
- ✓ Fuertes, M. (2014). “Extracción y cuantificación de la inulina del ajo” en la Universidad Central del Ecuador. Tesis de grado para la obtención del título de ingeniería química. Facultad de ingeniería química, Universidad Central del Ecuador, Quito-Ecuador

Linkografía

- ✓ Natural Standard, (2010). *Agave (americana)* (en línea) disponible en: <http://salud.univision.com/es/hierbas-y-suplementos-a-z/agave-agave-americana> (18 de octubre del 2015)
- ✓ Medina (2012) *Usos de la cabuya blanca* (en línea) disponible en: http://lamedicinatradicionaldominicana.blogspot.com/2012_06_01_archive.html (consulta 22 de Marzo del 2015)
- ✓ Estévez, A (2012). *Medicinal tradicional dominicana* (en línea) disponible en: http://lamedicinatradicionaldominicana.blogspot.com/2012_06_01_archive.html (14 de Octubre del 2015)
- ✓ Quiminet. (2011). *Los principales usos y aplicaciones del alcohol etílico* (en línea) disponible en: <http://www.quiminet.com/articulos/los-principales-usos-y-aplicaciones-del-alcohol-etilico-2643852.htm> (consultada: 25 Enero de 2016)
- ✓ Prezi (2013) *¿Qué es un rotavapor?* (en línea) disponible en: <https://prezi.com/u2ntclwhsfx3/que-es-un-rotavapor/> (consulta: 17 de diciembre del 2015)
- ✓ Manual de instrucción del El rotavapor (en línea) disponible en: http://www.equipar.com.mx/web2012/wpcontent/uploads/2012/info_man/buchi/Manual_Operacion_R-3.pdf (consulta: 20 de diciembre del 2015)
- ✓ Magali Parzanese. *Tecnologías para la Industria Alimentaria Liofilización de alimentos* (en línea) disponible en: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_03_Liofilizados.pdf (consulta: 28 de enero del 2106)

- ✓ Grupo Gidolquim. *Técnicas y operaciones avanzadas en el laboratorio químico (TALQ)* (en línea) disponible en: <<http://www.ub.edu/talq/es/node/285>> (consulta: 11 de diciembre del 2105)

- ✓ Morangues , B. (2004). *Qué es y para qué sirve la inulina: propiedades y alimentos* (en línea) disponible en: <<http://beatrizmoragues.blogspot.com/2014/01/que-es-y-para-que-sirve-la-inulina.html>> (11 de diciembre del 2014)

- ✓ Guía de salud. *Los fructo-oligosacaridos (fos)* (en línea) disponible en: <<http://www.guiadelasalud.info/articulo.php?art=817&id=5>>(consulta 2 de Febrero del 2016 <http://edulag.com/productos/inulina-en-polvo-de-agave-azul-edu-in100/>> (15 de noviembre 2015)

- ✓ Edulag. (2015). *Inulina en Polvo de Agave Azul / EDU-IN100* (en línea) disponible en: <<http://edulag.com/productos/inulina-en-polvo-de-agave-azul-edu-in100/>> (15 de noviembre 2015)

- ✓ Logorreta, E., Orgura, T. *Proceso, composicion y usos de inulina de agave en polvo y solución* (en línea) disponible en: <<http://www.google.com/patents/WO2002066517A1?cl=es>> (16 de noviembre del 2105)

ANEXOS 1.

TABLA 47. Porcentajes de Azúcares Totales

AZÚCARES TOTALES			
	R1	R2	R3
(a1b1) 15-2229	71,98	73,34	72,66
(a1b2) 15-2230	68,55	68,22	68,39
(a1b3) 15-2231	75,79	76,55	76,17
(a2b1) 15-2232	51,86	53,92	52,89
(a2b2) 15-2233	47,73	47,79	47,76
(a2b3) 15-2234	45,27	47,18	46,22

Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2015

TABLA 48. Porcentajes de Azúcares Reductores

AZÚCARES REDUCTORES			
	R1	R2	R3
(a1b1) 15-2229	4,03	4,02	4,03
(a1b2) 15-2230	1,62	1,79	1,70
(a1b3) 15-2231	3,80	3,99	3,90
(a2b1) 15-2232	7,52	7,79	7,65
(a2b2) 15-2233	10,82	11,15	10,98
(a2b3) 15-2234	7,26	7,70	7,48

Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

TABLA 49. Porcentajes de Cenizas

CENIZAS			
	R1	R2	R3
(a1b1) 15-2229	3,62	3,60	3,61
(a1b2) 15-2230	10,16	10,26	10,21
(a1b3) 15-2231	2,86	2,99	2,92
(a2b1) 15-2232	13,16	13,28	13,22
(a2b2) 15-2233	15,99	15,88	15,93
(a2b3) 15-2234	16,76	16,7	16,73

Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

TABLA 50. Porcentajes de Fructosa

FRUCTOSA			
	R1	R2	R3
(a1b1) 15-2229	1,17	1,25	1,21
(a1b2) 15-2230	1,04	1,08	1,06
(a1b3) 15-2231	1,34	1,38	1,36
(a2b1) 15-2232	4,46	4,82	4,64
(a2b2) 15-2233	1,63	2,26	1,94
(a2b3) 15-2234	3,93	4,41	4,17

Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

TABLA 51. Porcentajes de Glucosa

GLUCOSA			
	R1	R2	R3
(a1b1) 15-2229	3,42	4,13	3,77
(a1b2) 15-2230	3,46	3,55	3,50
(a1b3) 15-2231	4,65	4,72	4,68
(a2b1) 15-2232	3,32	3,64	3,48
(a2b2) 15-2233	6,23	6,10	6,16
(a2b3) 15-2234	4,99	5,13	5,06

Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

TABLA 52. Porcentajes de Sacarosa

SACAROSA			
	R1	R2	R3
(a1b1) 15-2229	1,51	2,12	1,82
(a1b2) 15-2230	1,80	1,93	1,87
(a1b3) 15-2231	3,10	2,97	3,03
(a2b1) 15-2232	4,46	4,82	4,64
(a2b2) 15-2233	11,25	11,08	11,17
(a2b3) 15-2234	8,34	8,39	8,36

Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

TABLA 53. Porcentajes de Kestosa

KESTOSA			
	R1	R2	R3
(a1b1) 15-2229	2,31	2,46	2,38
(a1b2) 15-2230	2,10	1,76	1,93
(a1b3) 15-2231	2,16	2,63	2,39
(a2b1) 15-2232	4,69	4,48	4,59
(a2b2) 15-2233	5,16	5,32	5,24
(a2b3) 15-2234	3,89	3,76	3,83

Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

TABLA 54. Porcentajes de Fructofuranosilnistosa

FRUCTOFURANOSILNISTOSA			
	R1	R2	R3
(a1b1) 15-2229	2,56	2,53	2,54
(a1b2) 15-2230	2,18	2,30	2,24
(a1b3) 15-2231	2,76	2,94	2,85
(a2b1) 15-2232	3,55	3,23	3,39
(a2b2) 15-2233	0,00	0,00	0,00
(a2b3) 15-2234	0,00	0,00	0,00

Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

ANEXOS 2.

FOTOGRAFÍA 33. EXTRACCIÓN DE PIÑAS DE LAS DOS VARIEDADES DE AGAVE



Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

FOTOGRAFÍA 34. LAVADO DE LAS PIÑAS DE AGAVE



Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

FOTOGRAFÍA 35. CORTADO Y REBANADO DE LA PIÑA



Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

FOTOGRAFÍA 36. OBTENCIÓN DEL JUGO



Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

FOTOGRAFÍA 37. FILTRADO DE JUGO



Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

FOTOGRAFÍA 38. CONGELACIÓN DEL JUGO



Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

FOTOGRAFÍA 39. DESCONGELACIÓN DEL JUGO



Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

FOTOGRAFÍA 40. CENTRIFUGADO



Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

FOTOGRAFÍA 41. TOMA DE DATOS



Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

FOTOGRAFÍA 42. RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA



Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

FOTOGRAFÍA 43. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA



Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

FOTOGRAFÍA 44. SEDIMENTACIÓN DE LA MUESTRA



Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

FOTOGRAFÍA 45. SEPARACIÓN DEL SOBRENADANTE



Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

FOTOGRAFÍA 46. SEPARACIÓN DEL ALCOHOL POR ROTAVAPOR



Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

FOTOGRAFÍA 47. CONGELACIÓN



Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

FOTOGRAFÍA 48. LIOFILIZACIÓN



Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

FOTOGRAFÍA 49. ENVASADO




Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

FOTOGRAFÍA 50. ETIQUETADO Y ALMACENADO




Elaborado por: Lorena Molina, Luis Taco, 2016

ANEXO 3. ANALISIS FÍSICO- QUÍMICOS DE LOS TRATAMIENTOS DE LA INULINA



INIAP
INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD
LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS
Paracurama Sur No. 1, Curaguala Tta. 2090991-0007134. Fax 3007134
Calleja postal 17-01-340



LSAIA
LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS

INFORME DE ENSAYO No: 15-384

NOMBRE PETICIONARIO: Sra. Lorena Molina
DIRECCION: Latacunga
FECHA DE EMISION: 12/02/2016
FECHA DE ANALISIS: Del 10 al 30 de diciembre de 2015


INSTITUCION: Particular
ATENCIÓN: Sra. Lorena Molina
FECHA DE RECEPCION: 09-12-2015
HORA DE RECEPCION: 08H45
ANALISIS SOLICITADO: Azúcares totales y reducidos

ANALISIS METODO	AZÚCARES REDUCTORES			AZÚCARES TOTALES			CENIZAS			IDENTIFICACIÓN								
	MO-LAMA-02	MO-LAMA-01	MO-LAMA-02	MO-LAMA-01	MO-LAMA-02	MO-LAMA-01	MO-LAMA-02	MO-LAMA-01										
METODO REF.	MATAÇA 1988			MATAÇA 1988			MATAÇA 1988											
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	%	%										
15-2229	4.03	4.82	4.02	71.98	73.24	72.95	3.82	3.80	3.65	Extracto de cabuya blanca 40%								
15-2230	1.63	1.78	1.70	60.05	68.22	68.39	33.18	30.26	34.21	Extracto de cabuya blanca 60%								
15-2231	3.89	3.89	3.90	75.79	75.25	75.17	2.88	3.38	2.92	Extracto de cabuya blanca 80%								
15-2232	7.52	7.79	7.65	51.66	53.92	52.89	33.18	31.36	33.23	Extracto de cabuya negra 40%								
15-2233	10.02	11.18	10.88	47.73	47.79	47.20	35.98	35.86	35.91	Extracto de cabuya negra 60%								
15-2234	7.28	7.70	7.60	45.27	43.18	48.22	35.18	34.7	34.79	Extracto de cabuya negra 80%								
AZÚCARES																		
# MUESTRA	15-2229			15-2230			15-2231			15-2232			15-2233			15-2234		
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
FRUCTOSA	1.17	1.25	1.21	1.09	1.08	1.08	1.24	1.18	1.16	1.06	1.02	1.04	1.03	1.04	1.03	1.01	1.02	
GLUCOSA	3.42	4.21	3.27	3.46	3.55	3.58	6.15	6.15	6.15	4.88	4.72	5.68	5.79	5.19	5.18	4.98	5.13	
SACAROSA	1.51	1.31	1.03	1.00	1.03	1.07	3.19	2.97	3.11	3.08	3.06	3.06	3.06	3.06	3.06	3.06	3.06	
GF3	2.31	2.46	2.38	2.10	1.96	2.01	2.15	2.02	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09	2.09	
GF4	2.56	2.83	2.54	2.18	2.36	2.24	2.78	2.86	2.82	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	

Los ensayos marcados con D se reportan en base seca.
OBSERVACIONES: Muestras entregada por el cliente

RESPONSABLE DE CALIDAD
(Firma)
Dr. Armando Suallo

RESPONSABLE DEL INFORME
(Firma)
Dr. Mec. Train Sandoval
RESPONSABLE TÉCNICO



Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente en la reproducción electrónica del laboratorio. Los resultados antes indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo.

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la información y no debe ser divulgada, copiada o distribuida sin el consentimiento expreso del laboratorio. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor, notifique inmediatamente al laboratorio por correo electrónico o telefónicamente por este mismo medio y elimine la información.

ANEXO 4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS.




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS



Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Telf.: 2 400987 ext. 114, e-mail: laconal@uta.edu.ec; laconal@hotmail.com
Ambato-Ecuador

"Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N°: OAE LE C 10-008"

CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 16-038						R01-S.10.06
Solicitud No: 16-038						Pág.: 1 de 1
Fecha de recepción: 03 febrero 2016			Fecha de ejecución de ensayos: 10-15 febrero 2016			
Información del cliente:						
Empresa:			C.I./RUC: 0501773931			
Representante: Zoila Eliana Zambrano Ochoa			TIE: 032252205 / 0995232441			
Dirección: Latacunga			Email: zoila.zambrano@uta.edu.ec			
Ciudad: Latacunga						
Descripción de las muestras:						
Producto: Inulina de Agave			Peso: 13g c/u			
Marca comercial: n/a			Tipo de envase: funda plastica			
Lote: n/a			No de muestras: dos			
F. Elb.: 11/01/16			F. Exp.: n/a			
Conservación: Ambiente: x Refrigeración: Congelación:			Almac. en Lab: 15 días			
Cierres seguridad: Ninguno: x Intactos: Rotos:			Muestreo por el cliente: 11/01/16			
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Inulina de Agave	3816169	Agave blanco 60% alcohol	Mohos	PE-07-5.4-MB INEN 1529-10: 1998	UFC/g	<10
			Levaduras	PE-07-5.4-MB INEN 1529-10: 1998	UFC/g	8.0x10 ²
			*E. Coli	PE-01-5.4-MB AOAC 991.14. Ed 19, 2012	UFC/g	<10
			*pH	AOAC 942.15 Ed 19, 2012 / INEN 389	Unidades de pH	5.98
Inulina de Agave	3816170	Agave blanco 80% alcohol	Mohos	PE-07-5.4-MB INEN 1529-10: 1998	UFC/g	<10
			Levaduras	PE-07-5.4-MB INEN 1529-10: 1998	UFC/g	<10
			*E. Coli	PE-01-5.4-MB AOAC 991.14. Ed 19, 2012	UFC/g	<10
			*pH	AOAC 942.15 Ed 19, 2012 / INEN 389	Unidades de pH	5.79
Conds. Ambientales: 19.2°C; 51%HR						
Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE						
 Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad						
Autorización para transferencia electrónica de resultados: SI						04

Note: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento reproducible. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.


La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente.

ANEXO 5. HOJA DE ESPECIFICACIONES DE LA INULINA BERNEO HP

Hoja de Especificaciones

Orafti®HP

DOC.CH44-05-06/08



Descripción

Orafti®HP es una inulina de alto rendimiento. Es un ingrediente alimenticio compuesto de inulina de achicoria de la cual se han extraído las moléculas más pequeñas (patente en curso).

Inulina de achicoria es una mezcla de oligo- y polisacáridos compuestos de unidades de fructosa unidas entre sí mediante enlaces β(2-1). Prácticamente cada molécula se termina con una unidad de glucosa. El recuento de unidades de fructosa o glucosa (= grado de polimerización o DP) de la gama de inulinas de achicoria se halla principalmente entre 2 y 60.

Especificaciones de composición

Todos los valores se expresan sobre materia seca.
Métodos analíticos : ver nuestros folletos técnicos.

Inulina	> 98.5 %
Inulina DP ≥5	≥ 99 %
Glucosa + fructosa + sacarosa	≤ 0.5 %
Materia seca (d.m.)	97 ± 1.5 %
Contenido en carbohidratos	> 99.5 %
DP promedio de la inulina	≥ 23
Cenizas (sulfatadas)	< 0.2 %
Conductividad (16°Brix)	< 250 µS
Metales pesados	Pb, As cada uno < 0.1 mg/kg Cd, Hg cada uno < 0.01mg/kg
pH (10°Brix)	5.0 - 7.0

Especificaciones microbiológicas

Todos los valores se expresan sobre materia seca.
Métodos analíticos : ver nuestros folletos técnicos.

Aeróbicos mesófilos – recuento total	max. 1000/g
Levaduras	max. 20/g
Mohos	max. 20/g
Esporas aeróbicas termófilas	max. 1000/g
Aneróbicos H ₂ S productores de esporas termófilas	max. 25/g
Enterobacteriaceae	ausente en 1 g
Bacillus cereus	max. 100/g
Staphylococcus aureus	ausente en 1 g
Escherichia coli	ausente en 1 g
Clostridium perfringens	ausente en 1 g
Clostridium botulinum	ausente en 1 g
Salmonella	ausente en 100 g
Listeria	ausente en 25 g

HP CH44-05-06-08 .doc
1/2

BERNEO-Orafti - Aardorenstraat 1, B - 3100 Tienen Belgium - Phone +32 16 801 300 - Fax +32 16 801 308 - info@BERNEO-Orafti.com - www.BERNEO-Orafti.com

Fuente: Hoja de especificaciones de la INULINA BERNEO HP (Hoja 1/2) citado por FUERTES (2014)

ANEXO 5. HOJA DE ESPECIFICACIONES DE LA INULINA BERNEO HP (CONTINUACIÓN)



Etiquetado

Todos los valores son valores promedios expresados por 100 g de producto comercial.

Carbohidratos	0 (97 ¹⁾)	Gluten	ausente
Azúcares	0	Lactosa	ausente
Fibra dietética ²⁾	97	Leche/carne/derivados del huevo	ausente
Proteína	ausente	Semillas/componentes de la soja	ausente
Grasa	ausente	Insecticidas, pesticidas	ausente
Vitaminas y Minerales	insignificante	Nueces, frutos secos	ausente
Valor Calórico ³⁾	97 kcal/407 kJ	Colza	ausente
Proteína ⁴⁾	0	Otros alérgenos	ausente
		Actividad enzimática	ausente
		Folsito	ausente

1) incluyendo fibra dietética
 2) medido por el método AOAC 997.08
 3) valor calórico basado en 1 kcal/g para inulina pura. Valor susceptible de ser adaptado a las regulaciones locales.
 4) conforme a las regulaciones alemanas.

Otra Información **ver también nuestros folletos técnicos**

Aspecto	Polvo blanco finamente granulado.
Comportamiento	Hygroscópico.
Sabor	Neutral, no dulce, sin dejar gusto.
Solubilidad en agua	< 5 g/l a 25°C
Mojabilidad en agua	Buena.
Dispersabilidad en agua	Se requiere agitar.
Propiedades y aplicaciones	Ver nuestros folletos técnicos.
Tamaño de partículas	Ver documento "Tamaño de Partículas".
Densidad	Aprox. 480 ± 40 g/l.
Etiquetado – Lista de ingredientes	Inulina.
Seguridad	Seguro. No tóxico. No peligroso. El consumo excesivo puede ocasionar efectos laxantes. Es, como otros polvos finos, que cuando se mezclan con el aire y se encienden, pueden causar una explosión. Sacos de papel en pallets, ver "Especificaciones de los Envases".
Envasado	Fresco y seco, en su envase hermético original.
Condiciones óptimas de almacenamiento	Ver envase (mínimo 18 meses fecha entrega).
Máxima duración	Ver envase (mínimo 18 meses fecha entrega).
Condiciones de transporte	Según documento "Condiciones de Transporte".
Irradiación	No irradiado.
GMO	No contiene OGM ni componentes derivados. No es fabricado utilizando tecnología basada en OGM.
Kosher	Certificado, Orthodox Union (OU).
Halal	Certificado, The Islamic Food and Nutrition Council of America (IFANCA).
Origen vegetal	Adecuado para vegetarianos.
Producido por	ORAFI – ver dirección en etiqueta de envase.

Representado por:



To the best of our knowledge, this information is reliable but should not be considered as a warranty. Confidentiality must be observed in relation with our clients.

HP CHA4-05-06-08 .doc 2/2

BENEQ-Orafti - Anderlechtstr. 1, 5 - 3200 Beeren Belgium - Phone +32 16 821 321 - Fax +32 16 821 328 - info@BENEQ-Orafti.com - www.BENEQ-Orafti.com

Fuente: Hoja de especificaciones de la INULINA BERNEO HP (Hoja 2/2) citado por FUERTES (2014)