

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA QUÍMICA



TESIS

**“EVALUACIÓN DE LOS DESTILADOS DE ACEITE
ESENCIAL DE ANÍS (*TARGETES FILIFOLIA L.*)
OBTENIDOS DE UN SISTEMA DE ARRASTRE DE
VAPOR CONVENCIONAL CON FRACCIONAMIENTO EN
SIMULTÁNEO Y UNO SIN FRACCIONAMIENTO”**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO QUÍMICO

**MORALES FUERTES GIULIANA KATIA
SALCEDO BENDEZÚ DANIEL**

CALLAO – 2019

PERÚ

PRÓLOGO DEL JURADO

La presente Tesis fue Sustentada por la señorita Bachiller **MORALES FUERTES GIULIANA KATIA** y el señor bachiller **SALCEDO BENDEZU DANIEL** ante el **JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS** conformado por los siguientes Profesores Ordinarios:

ING° JULIO CESAR CALDERON CRUZ	PRESIDENTE
ING° GLADIS ENITH REYNA MENDOZA	SECRETARIA
ING° CARMEN GILDA AVELINO CARHUARICRA	VOCAL
ING° LUIS AMERICO CARRASCO VENEGAS	ASESOR

Tal como está asentado en el Libro de Actas N° 2 de Tesis sin Ciclo de Tesis Folio N° 136 y Acta N° 319 de fecha **DIECIOCHO DE DICIEMBRE DE 2019**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico en la Modalidad de Titulación de Tesis sin Ciclo de Tesis, de conformidad establecido por el Reglamento de Grados y Títulos aprobado con la Resolución N° 245–2018–CU de fecha 30 de octubre de 2018.

DEDICATORIA

A nuestras familias, que siempre nos apoyan en nuestras metas y nos dan el aliento y el apoyo incondicional para seguir creciendo profesionalmente.

A nuestros papás, que fueron nuestro ejemplo de superación y aunque no estén ahora nos dejaron un camino para continuar.

AGRADECIMIENTOS

A nuestra facultad, la Escuela Profesional de Ingeniería Química, por todos los conocimientos adquiridos a través de nuestra permanencia en la esta nuestra casa de estudios, así también a todos los docentes quienes compartieron con nosotros sus valiosas experiencias para nuestro crecimiento profesional.

A nuestro asesor el Ingeniero Luis Carrasco por atender incondicionalmente nuestras dudas, y guiarnos.

A todos los docentes que nos brindaron de alguna manera su apoyo constante, para la elaboración de este proyecto.

ÍNDICE

Índice General.....	1
Índice de tablas	3
Índice de figuras.....	6
Resumen	10
Abstract	12
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1. Determinación del problema	14
1.2. Formulación del problema.....	14
1.3. Objetivos de la Investigación.....	15
1.4. Justificación	16
1.5. Importancia	16
II. MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes de estudio.....	18
2.2. Producción de Anís en el Perú.....	27
2.3. Materia Prima	29
2.4. Producto: Aceite esencial de anís.....	34
2.5. Aceite esencial de anís	36
2.6. Aplicaciones industriales	38
2.7. Definición de términos básicos	46
III. VARIABLES E HIPÓTESIS.....	51
3.1. Definición de las variables.....	51
3.2. Operacionalización de variables	52
3.3. Hipótesis general e hipótesis específicas	53
IV. METODOLOGÍA	54
4.1 Tipo de Investigación.....	54
4.2 Diseño de la Investigación	54
4.3 Población y muestra	57
4.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos.....	57
4.5 Recolección de datos	58
4.6 Procedimientos de recolección de datos	62
V. RESULTADOS	73

5.1.	Análisis estadístico para los volúmenes obtenidos	73
5.2.	Análisis estadístico para los índices de refracción	92
5.3.	Análisis estadístico para la densidad.....	111
5.4.	Análisis estadístico para los resultados de viscosidad.....	116
5.5.	Resultados de la evaluación al Panel de Observadores.....	121
5.6.	Rendimientos obtenidos por volumen.....	132
5.7.	Contenido de Anetol.....	135
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	136
6.1.	Contrastación de hipótesis con los resultados	136
6.2.	Contrastación de resultados con otros estudios similares	141
VII.	CONCLUSIONES.....	144
VIII.	RECOMENDACIONES.....	146
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	147
	ANEXOS	151
A.	Matriz de consistencia	152
B.	Ruta general estadística para el tratamiento de datos.....	153
C.	Caracterización planta de anís.....	154
D.	Porcentaje de anetol en el sistema de arrastre de vapor con columna de fraccionamiento	155
E.	Porcentaje de anetol en el sistema de arrastre de vapor convencional.....	156
F.	Norma Técnica Peruana NTP 319.092.....	157

Índice de tablas

Tabla 1. Análisis de aceite esencial de anís obtenido en comparación con la norma de identificación del aceite esencial de anís dado por INACAL (instituto nacional de calidad)	19
Tabla 2. Composición química del aceite esencial sobre pimpinella anisum....	21
Tabla 3. Contenido de aceite esencial (%) y las concentraciones (%) linalool, chavicol de metilo, para-anis-aldehido, transanetol, gama-himachalene, y otros obtenidos de las 9 destilaciones.....	27
Tabla 4. Producción algunos productos agrícolas 2010-2016 (toneladas métricas)	29
Tabla 5. Localización del aceite esencial en distintas partes de las plantas ..	34
Tabla 6. Componentes básicos aceite esencial.....	35
Tabla 7. Norma de identificación del anetol	37
Tabla 8. Comparativo de los diversos tipos de hidrodestilación.....	44
Tabla 9. Nomenclatura utilizada en la evaluación sensorial.....	70
Tabla 10. Volúmenes obtenidos en los sistemas de extracción	74
Tabla 11. Volúmenes obtenidos en 400g de semillas de anís	76
Tabla 12. Conclusión de la prueba de normalidad en 400 g de semillas de anís en el sistema de arrastre de vapor convencional	79
Tabla 13. Conclusión de la prueba de normalidad de 400g de semillas en sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo	80
Tabla 14. Conclusión de la prueba t-student de los volúmenes obtenidos de 400g en sistema convencional y sistema con fraccionamiento ..	81
Tabla 15. Conclusión de la prueba de igualdad de varianza de los volúmenes obtenidos de 400g en sistema convencional y sistema con fraccionamiento.....	82
Tabla 16. Volúmenes obtenidos en 500g de semillas de anís	83
Tabla 17. Resumen de las pruebas estadísticas aplicadas en 500g en ambos sistemas.....	84
Tabla 18. Volúmenes obtenidos en 600g de semillas de anís	85
Tabla 19. Resumen de las pruebas estadísticas aplicadas en 600g en sistema convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo	88

Tabla 20. Conclusión de la prueba T-Student de los volúmenes obtenidos entre 400g y 500g en sistema convencional con fraccionamiento en simultáneo	89
Tabla 21. Resumen de las pruebas estadísticas aplicadas en 500g y 600g en sistema convencional con fraccionamiento en simultáneo	91
Tabla 22. Índices de refracción obtenidos en cada sistema.....	92
Tabla 23. Resumen de la prueba de normalidad en el sistema convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo.....	95
Tabla 24. Conclusión de la prueba mann-whitney de índices de refracción obtenidos en el sistema convencional y sistema con fraccionamiento	96
Tabla 25. Conclusión de la prueba de igualdad de varianza de los índice de refracción en sistemas de extracción convencional y sistema con fraccionamiento simultáneo.....	97
Tabla 26. Índices de refracción obtenidos en cada sistema usando 400g de semillas de anís	98
Tabla 27. Resumen de las pruebas estadísticas aplicadas en 400g en sistema convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo	101
Tabla 28. Índices de refracción obtenidos en cada sistema usando 500g de semillas de anís	102
Tabla 29. Resumen de las pruebas estadísticas aplicadas en 500g en sistema convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo	104
Tabla 30. Índices de refracción obtenidos en cada sistema usando 600g de semillas de anís	105
Tabla 31. Resumen de las pruebas estadísticas aplicadas en 600g en sistema convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo	106
Tabla 32. Índices de refracción en los pesos de 500g y 600g en el sistema con fraccionamiento en simultáneo.....	107
Tabla 33. Resumen de las pruebas estadísticas de los índices de refracción en 500 g y 600g de semillas en sistema de extracción con fraccionamiento en simultáneo.....	107
Tabla 34. Índices de refracción obtenidos en cada sistema usando 500g de semillas de anís	110
Tabla 35. Norma de identificación del anetol respecto al índice de refracción	110

Tabla 36. Densidades obtenidas en cada sistema	111
Tabla 37. Resumen de las pruebas estadísticas aplicadas para las densidades de aceite esencial de anís obtenido en cada sistema .	114
Tabla 38. Norma de identificación del anetol respecto a la densidad	115
Tabla 39. Resultados de las densidades obtenidas en las diferentes pruebas	115
Tabla 40. Viscosidades obtenidas en ambos sistemas de extracción para diferentes pesos de semillas de anís	116
Tabla 41. Ruta para el tratamiento de las hipótesis de las pruebas estadísticas	117
Tabla 42. Resultados de la prueba de normalidad para las viscosidades obtenidas en cada sistema de extracción	118
Tabla 43. Resultados de la prueba de normalidad para las viscosidades obtenidas en cada sistema de extracción	118
Tabla 44. Resultados de las pruebas estadísticas de viscosidad en el sistema de extracción por arrastre de vapor convencional por peso de semillas de anís	119
Tabla 45. Resultados de las pruebas estadísticas de viscosidad en el sistema de extracción por arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo por peso de semillas de anís	120
Tabla 46. Panel de evaluación del color	121
Tabla 47. Panel de evaluación del olor	125
Tabla 48. Panel de evaluación de la apariencia	129
Tabla 49. Densidades promedio obtenidas en 500 g de semilla de anís en el sistema de arrastre de vapor convencional	133
Tabla 50. Densidades promedio obtenidas en 500 g de semilla de anís del sistema en simultáneo de arrastre de vapor con fraccionamiento ..	134
Tabla 51. Porcentaje de rendimiento de aceite esencial de anís	134
Tabla 52. Contenido en porcentaje de anetol del aceite esencial de anís obtenidos en los sistemas de extracción	135

Índice de figuras

Figura 1. Estructura química de los principales compuestos de anís verde (pimpinella anisum l.) Aceite esencial.....	21
Figura 2. Estructura química de los constituyentes principales en el aceite de anís.....	25
Figura 3. Descripción del fruto.....	33
Figura 4. Diseño de la investigación - etapa experimental.....	55
Figura 5. Esquema del equipo experimental.....	61
Figura 6. Equipo de destilación. Sistema de arrastre de vapor convencional.....	63
Figura 7. Anillos rashing en la columna.....	64
Figura 8. Semilla de anís con material inerte en el sistema de destilación.....	64
Figura 9. Medición del volumen.....	65
Figura 10. Medición del índice de refracción.....	66
Figura 11. Medición de la densidad.....	67
Figura 12. Medición de la viscosidad.....	68
Figura 13. Ficha para evaluación del panel de observadores.....	69
Figura 14. Sistema de arrastre de vapor convencional.....	70
Figura 15. Sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento.....	70
Figura 16. Aceite esencial de anís de comercial.....	71
Figura 17. Evaluación realizada en el laboratorio de medio ambiente. Laboratorio de medio ambiente. Inspectorate Services Perú.....	71
Figura 18. Panel de observadores.....	72
Figura 19. Representación gráfica de los volúmenes de aceite obtenidos.....	75
Figura 20. Resultados a tratar con las pruebas estadísticas.....	75
Figura 21. Diagrama de cajas para determinar puntos atípicos en volúmenes obtenidos de 400g de semillas en sistema de arrastre de vapor convencional.....	76

Figura 22. Diagrama de cajas para determinar puntos atípicos en volúmenes obtenidos de 400 g de semillas en sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento.....	77
Figura 23. Diagrama de pruebas de normalidad en 400g de semillas en sistema de arrastre de vapor convencional..	78
Figura 24. Diagrama de prueba de normalidad en 400g de semillas en sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo.....	79
Figura 25. Prueba estadística t-student de diferencia de medias entre volúmenes de 400g en sistema convencional y sistema con fraccionamiento.....	81
Figura 26. Prueba de igualdad de varianza de los volúmenes obtenidos de 400g en sistema de extracción convencional y sistema con fraccionamiento simultáneo.....	82
Figura 27. Prueba de normalidad para los volúmenes obtenidos de 500g de semillas en sistema de arrastre convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo.....	83
Figura 28. Prueba t-student para los volúmenes obtenidos de 500g de semillas en sistema de arrastre convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo..	84
Figura 29. Prueba de normalidad de los volúmenes obtenidos en 600g de semillas de anís en sistema de arrastre convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo.....	86
Figura 30. Prueba T-Student de los volúmenes obtenidos en 600g de semillas en sistema de arrastre convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo.....	86
Figura 31. Prueba de igualdad de varianzas de los volúmenes obtenidos en 500g en sistema de arrastre convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo.....	87
Figura 32. Prueba de igualdad de varianzas de los volúmenes obtenidos en 600g en sistema de arrastre convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo.....	87
Figura 33. Prueba T-Student de los volúmenes obtenidos de 400g y 500g de semillas en el sistema con fraccionamiento en simultáneo.....	89

Figura 34. Prueba F de igualdad de varianza de los volúmenes obtenidos de 500g y 600g de semillas en sistema convencional con fraccionamiento en simultáneo.	90
Figura 35. Prueba T-Student de los volúmenes obtenidos de 500g y 600g de semillas en sistema convencional con fraccionamiento en simultáneo.....	90
Figura 36. Resumen de los resultados de las pruebas estadísticas.....	91
Figura 37. Representación de los índices de refracción en cada sistema de extracción.	93
Figura 38. Prueba de normalidad de los índices de refracción de aceite esencial de anís obtenido en cada sistema de extracción.....	94
Figura 39. Prueba Mann Whitney de los índices de refracción obtenidos en sistemas de arrastre convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo.	96
Figura 40. Prueba de igualdad de varianza del índice de refracción en sistemas de extracción convencional y sistema con fraccionamiento simultáneo.....	97
Figura 41. Prueba Mann Whitney de los índices de refracción obtenidos en sistemas de arrastre convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo.	99
Figura 42. Prueba de normalidad de los índices de refracción obtenidos de 400g de semillas en cada sistema de extracción.....	99
Figura 43. Prueba de igualdad de varianza del índice de refracción en 400 g de semillas de anís para cada sistema de extracción.....	100
Figura 44. Prueba de normalidad de los índices de refracción obtenidos de 500g de semillas en cada sistema de extracción.....	102
Figura 45. Prueba T-Student de los índices de refracción obtenidos de 500g de semillas en sistema de arrastre convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo.	103
Figura 46. Prueba de igualdad de varianza del índice de refracción en 500 g de semillas de anís para cada sistema de extracción.....	103

Figura 47. Prueba de normalidad de los índices de refracción obtenidos de 600g de semillas en cada sistema de extracción.....	105
Figura 48. Prueba Mann-Whitney de los índices de refracción obtenidos de 600g de semillas en cada sistema de extracción.	106
Figura 49. Prueba de igualdad de varianza de los índices de refracción en 500g y 600g de semillas en sistema de extracción con fraccionamiento en simultáneo.	108
Figura 50. Prueba Mann-Whitney de los índices de refracción obtenidos de 500g y 600g de semillas en sistema de extracción con fraccionamiento en simultáneo. Informe elaborado en Minitab.....	108
Figura 51. Prueba de normalidad de las densidades de aceite esencial de anís obtenido en cada sistema de extracción.....	112
Figura 52. Prueba de igualdad de varianza de las densidades en sistemas de extracción convencional y sistema con fraccionamiento simultáneo.	113
Figura 53. Prueba Mann Whitney de las densidades de aceite esencial de anís obtenido en cada sistema de extracción.	113
Figura 54. Viscosidades obtenidas en ambos sistemas de extracción para los diferentes pesos de semillas de anís	117
Figura 55. Distribución de la evaluación de color expresado en porcentaje.	122
Figura 56. Distribución de la evaluación del color en los patrones..	123
Figura 57. Distribución de la evaluación de olor expresado en porcentaje.	126
Figura 58. Distribución de la evaluación del olor en los patrones.	127
Figura 59. Distribución de la evaluación de la apariencia expresada en porcentaje..	130
Figura 60. Distribución de la evaluación de la apariencia en los patrones.....	131

RESUMEN

La presente tesis evaluó la diferencia que hay entre el aceite esencial obtenido del anís (*Tagetes Filifolia L.*) mediante destilación convencional con fraccionamiento en simultáneo y la destilación convencional sin fraccionamiento utilizando diferentes pesos de semillas de anís. Se evaluaron los aceites esenciales que se obtuvieron de 50g, 100g, 200g, 300g, 400g, 500g, 600g, y 700g de semillas de anís para determinar la capacidad óptima del equipo referido a volumen, la calidad de aceite esencial de anís expresado en términos de índice de refracción, densidad, viscosidad, apariencia, color y olor en cada sistema de extracción. Estas características fueron comparadas con materiales de referencia los cuales fueron: un aceite esencial de anís extraída de nuestras semillas por una empresa dedicada al rubro de aceites esenciales, y un aceite esencial de anís comercial, además, para sustentar y dar soporte de que lo reportado es exclusivamente aceite esencial de anís, los resultados se compararon con la Norma Técnica Peruana de INACAL NTP 319.092:1974.

Se identificó el porcentaje de anetol, principal componente del aceite esencial de anís, el cual también ha sido comparado en cada sistema de extracción, con fraccionamiento y sin fraccionamiento, encontrándose los resultados concordantes con los valores reportados en la bibliografía cuyo valor fluctúa entre 80 a 90%. Asimismo, se evaluó el rendimiento del equipo establecido por la relación de la masa de aceite extraído y la masa de

semillas empleada encontrándose 1.56% como mayor valor promedio usando 500 g en el sistema con fraccionamiento.

A través del tratamiento estadístico de los datos, se determinó que el sistema convencional de arrastre de vapor en simultáneo con una columna de fraccionamiento tiene una mayor recuperación de volumen de aceite esencial empleando 500 g de anís, 7.925 ml, comparado con el sistema convencional sin fraccionamiento, 7.625 ml; encontrándose diferencias significativas.

ABSTRACT

The present thesis evaluated the difference between the essential oil obtained from anise (*Tagetes Filifolia L.*) from a steam distillation and a system with steam distillation in simultaneous with a fractionating column using different weights of anise seeds. Essential oils that were obtained from 50g, 100g, 200g, 300g, 400g, 500g, 600g, and 700g of anise seeds were evaluated to determine the optimal capacity of the equipment based on volume, the quality of anise essential oil expressed in terms of refractive index, density, viscosity, appearance, color and smell in each extraction system. These characteristics were compared with reference materials which were: an essential oil of anise extracted from our seeds by a company dedicated to the heading of essential oils, and an anise essential oil which was bought; in addition, to support what we reported is exclusively anise essential oil, the results were compared with the Peruvian Technical Standard of INACAL NTP 319.092: 1974.

The percentage of anethole was identified, the main component of anise essential oil, which has also been compared in each extraction system, with a fractionating column and without a fractionating column, finding the results consistent with the values reported in the literature whose value ranges from 80 to 90%. Likewise, the performance of the equipment established by the ratio of the mass of oil extracted and the mass of seeds used was evaluated, finding 1.56% as the highest average value using 500 g in the system with fractionation.

It was determined through the statistical treatment of the data that the conventional steam distillation system simultaneously with a fractionation column has a greater recovery of essential oil volume using 500 g of anise, 7,925 ml, compared to the conventional system without fractionation, 7.625 ml; finding significant differences.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Determinación del problema

Los aceites esenciales sintéticos son un peligro para la salud, es la causa principal de alergias en el cuerpo, como irritación en la piel, en los ojos, provocan náuseas y dificultades para respirar. Gran parte de los insumos para su manufactura son componentes derivados del petróleo, causantes de provocar cáncer.

Ante este problema se buscan alternativas para la obtención de aceites esenciales de materia prima natural, mediante un proceso simultáneo de destilación por arrastre de vapor y fraccionamiento en una columna de relleno.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Podrá un sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo mejorar la cantidad y calidad de aceite esencial de anís frente a un sistema de arrastre de vapor convencional sin fraccionamiento?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuál es la calidad y cantidad de aceite esencial de anís obtenido de un sistema de extracción por arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo?

- b. ¿Cuál es la calidad y cantidad de aceite esencial de anís obtenido de un sistema de extracción convencional por arrastre de vapor sin fraccionamiento?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Evaluar la diferencia de la cantidad y calidad de aceite esencial de anís extraído mediante un sistema de extracción por arrastre de vapor convencional frente a un sistema de extracción por arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo.

1.3.2. Objetivo Específico

- a. Determinar la cantidad y calidad de aceite esencial de anís obtenido de un sistema de extracción por arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo
- b. Determinar la cantidad y calidad de aceite esencial de anís obtenido de un sistema de extracción convencional por arrastre de vapor sin fraccionamiento.

1.4. Justificación

Debido a la gran diversidad de plantas que tiene el Perú, deberíamos ser un país exportador de aceites esenciales, en realidad no es así. Sólo se exporta el aceite esencial de limón desde los años 1970 hasta la actualidad.¹

Para la producción de aceites esenciales, el método más empleado es el arrastre por vapor, el cual sigue siendo más económico y fácil de implementar. Hay otras tecnologías aplicadas para este campo de la extracción y mejorar el proceso; como es el de fluido supercrítico, microondas, etc. Tales tecnologías resultan muy caras para ser implementadas en nuestro país. En consecuencia, para hallar destilados de aceite esencial de anís de mejor calidad se propone el método por arrastre de vapor acoplado una columna de relleno de manera que permita obtener destilados más concentrados del aceite esencial de anís.

1.5. Importancia

Los aceites esenciales son de gran importancia económica para muchos países. Existiendo países y regiones donde abunda el cultivo de plantas, de las cuales se pueden obtener más beneficios de sus cultivos, siendo uno de ellos la extracción de aceites esenciales. En el caso

¹ Tineo, F. (2012) *Estudio experimental y modelamiento matemático para el proceso de extracción por lotes por arrastre con vapor de agua de aceite esencial*. Tesis grado Magister. Lima. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima.

específico de aceite esencial de anís, se tiene diversos usos² importantes para la medicina, como narcótico, sedante, analgésico, antiséptico, descongestionante; en alimentos, como agente saborizante por ello se busca una manera de extraer en la cual se obtenga una forma de extraer una cantidad mayor de aceite esencial y de mayor concentración usando un equipo simple combinado. Por lo tanto, es importante determinar si el método nos ayuda a obtener aceite esencial de anís de mayor cantidad y calidad en un sistema combinado, empleando recursos que estén accesibles.

² Aceites esenciales.org. (5 enero 2019) *Aceite esencial de Anís: Todas sus Increíbles Propiedades*. Recuperado de: <https://aceites-esenciales.org/>

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

- **Moncada Ramirez, Pariona Urtecho (1993); Diseño de una planta comercial de extracción de aceite esencial de anís; Universidad Nacional de Ingeniería.** Para obtener aceite esencial de anís determinaron un tiempo óptimo de operación de 100 minutos en base a las gotas de vapor en relación al aceite extraído. Las autoras observaron que con aproximadamente el 81% de vapor se obtuvo alrededor del 99% de aceite esencial.

En ese tiempo óptimo obtuvieron un rendimiento promedio en base húmeda de 2,7%.

De acuerdo con la siguiente tabla se concluye que el aceite obtenido cumple con las especificaciones del INACAL, asegurando la calidad del aceite obtenido.

Tabla 1

Análisis de aceite esencial de anís obtenido en comparación con la norma de identificación del aceite esencial de anís dado por INACAL (instituto nacional de calidad)

Característica	NTP 319.092:1974	Datos experimentales
Apariencia	Líquido cristalino	Líquido cristalino
Color	Incoloro o ligeramente amarillo	Ligeramente amarillo
Olor	De anisado, aromático que recuerde al Anetol	De anisado
Densidad relativa a 20°C	0,980 – 0,990 gr/cc	0,980 gr/cc
Índice de refracción a 20°C	1,552 – 1,559	1,5528
Rotación óptica a 20°C	-2°C a +2°C	0,6
Solubilidad en alcohol a 90%	Soluble hasta en 3 volúmenes de alcohol	2 volúmenes de alcohol
Punto de congelación	De 15°C a 19 ° C	16,5°C

NTP 319.092:1974 (revisada el 2016) Perú.

Las autoras determinaron que el aceite contiene en promedio un 91% de anetol.

Isidora Samojlik , Vesna Mijatović , Stojan Petković , Biljana Škrbić , Biljana Božin, (2012) “The influence of essential oil of aniseed (pimpinella anisum, l.)” On drug effects on the central nervous

system. Ed. ELSEVIER, Servia. El análisis cualitativo y cuantitativo del aceite esencial se llevó a cabo utilizando un sistema de Cromatografía Hewlett-Packard 5.973/6.890 GC-MS que funciona en modo EI a 70 eV, equipado con un inyector split-splitless (200 ° C) y un detector de ionización de llama (250 DO). Utilizaron helio como gas portador (1 ml / min) y las columnas capilares utilizados fueron un HP 5MS (30 m x 0,25 mm; espesor de la película 0,25 micras). El programa de temperatura fue de 60 ° C a 280 ° C a razón de 3 ° C / min y relación de división de 1:10. La identificación de los compuestos individuales se hizo mediante la comparación de sus tiempos de retención y espectros de masas con los obtenidos a partir de muestras auténticas (Carl Roth GmbH, Karlsruhe, Alemania) y / o el NIST / NBS.

El contenido total de aceite esencial fue del 4,3% (v / w en la materia seca). Los análisis de GC-MS les reveló la presencia de 23 componentes que se presentan en 99,2% de todos los compuestos de aceite esencial. Los componentes químicos del aceite esencial se enumeran en el cuadro N° 2. Entre los compuestos identificados, el principal constituyente del aceite esencial investigado tiene trans-anetol (88,49%), seguido de γ -himachalene (3,13%), cis-isoeugenol (1,99%) y linalool (1,79%).

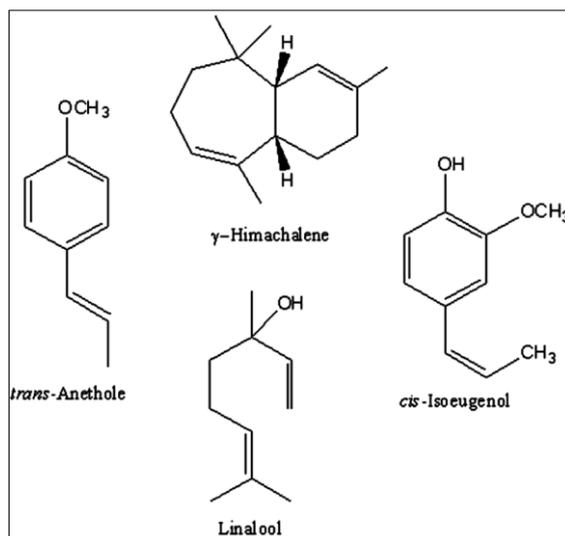


Figura 1. Estructura química de los principales compuestos de anís verde (*pimpinella anisum* L.) Aceite esencial. Samojlik, I. (2012). The influence of essential oil of aniseed (*pimpinella anisum*, L. On drug effects on the central nervous system. Servia: Ed. Elsevier.

Tabla 2
Composición química del aceite esencial sobre pimpinella anisum L.

No. Pico	Componentes	R.I. ^a	Contenido (%)
Hidrocarburos monoterpenos			0.45
1	α-Pinene	0939	0.14
2	Camphene	0954	0.02
3	Myrcene	0991	0.02
5	D-limonene	1029	0.06
6	γ-Terpinene	1060	0.1
Aromatic monoterpene hydrocarbons			0.11
4	p-Cimene	1025	0.11
	Oxygenated		1.92
7	Linalool	1097	1.79

	Camphor		0.13
8		1146	
	Phenylpropanoides		92.42
10	trans-Anethole	1253	88.49
11	p-Anisaldehyde	1250	0.9
21	Methyleugenol	1404	0.14
29	cis-Isoeugenol	1359	1.99
	Anisole		0.9
9		0918	
	Sesquiterpene hydrocarbons		4.41
14	α -Ylangene	1375	0.06
16	α -Ylangene	1451	0.29
17	trans- β -Farnesene	1457	0.05
19	γ -Himachalene	1483	3.13
20	α -Cucrumene	1481	0.26
22	α -Zingiberene	1494	0.19
23	β -Himachalene	1505	0.18
24	β -Bisabolene	1506	0.21
	diepi- α -cedrene I		0.04
27		1575	
	Amount of identified compounds		99.2

^a los índices de retención relativos a C9-C24 n-alcanos en la columna de la HP 5MS.

Samojlik, I. (2012). The influence of essential oil of aniseed (*pimpinella anisum*, L. On drug effects on the central nervous system. Servia: Ed. Elsevier.

MUSTAFA KIRALAN Y OTROS. (2013) Recent progress in medicinal plants. Volume 36. Essential oils I. Anised Oil: Chemical Composition and Biological Activities. Former Principal Scientist.

Studium Press LLC, USA. Como en todas las especies, la composición de anís varía considerablemente con el origen y el método de cultivo. Estos son los valores típicos de los principales componentes (Anonymous, 2009; Singh *et al.*, 2005): humedad, proteína, grasas, aceite esencial, almidón, Extracto libre de nitrógeno, minerales y fibra cruda de anís son 9-13%, 18%, 8-23%, 2%-7%, 5%, 6%-10%, 22-28% y 12%-25%, respectivamente. Según Sousa *et al* (1991), el anís contiene 1,5 a 6,0% (masa) de un aceite volátil que consiste principalmente de anetol, pero también puede contener tanto como 8 a 11% (masa) de lípidos ricos en ácidos grasos, tales como ácidos palmítico y oleico, y aproximadamente el 4% (en masa) de carbohidratos y 18% (peso) de proteína.

El aceite esencial de anís o también llamado aceite de anís se produce ampliamente con la destilación de vapor de las semillas de anís. El aceite de anís es un gas incoloro ligeramente amarillo (Reineccius, 1994) con un olor y sabor dulce característico del anetol (Furia y Belanca, 1975). El rendimiento de aceite esencial de anís mediante la producción de destilación al vapor es generalmente alrededor de 2-3% y anetol constituye el 80-90% del aceite (anónimo, 2009). El anetol se encuentra tanto en el anís y una especia relacionada llamada anís estrellado (*Illicium verum*). El anís estrellado es considerablemente menos costoso de producir, y ha desplazado gradualmente a *Pimpinella anisum* en los mercados occidentales (Ashurst, 1999).

El principal compuesto es trans-anetol (75-95%), el Cis-anetol tiene propiedades tóxicas, por lo que las leyes internacionales limitan la concentración de este compuesto en anetol natural aislado a 0,2% (Boelens, 1991).

Los rendimientos de aceite esencial de anís de diversos países europeos varían desde 10,0 hasta 53,6 ml/Kg. El compuesto principal identificado en aceites de anís europeos es trans-anetol, como representante principal (76,9-93,7%). Los otros constituyentes principales son chavicol de metilo (0,5 a 2,3%), anisaldehído (0-5,4%), gama-himachalene (0,4-8,2%) y pseudoisoeugenol 2-metilbutirato (0,4-6,4%, Orav et al., 2008). El rendimiento de aceite esencial de anís turco de diferentes provincias productoras importantes varía de 1.3 a 3.7% del peso seco. El principal componente de estos aceites esenciales es el trans-anetol (78,63-95,21%). Los otros componentes importantes son alfa-terpineol (0-3,94%), chavicol de metilo (0-2,67%) y linalool (0-2,65%) (Arslan et al., 2004). La estructura química de los constituyentes principales en el aceite de anís se muestra en la figura 2.2.

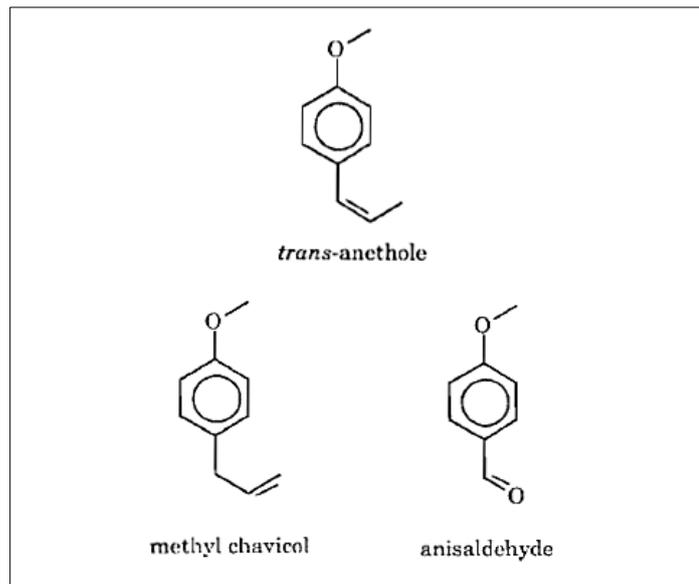


Figura 2. Estructura química de los constituyentes principales en el aceite de anís.

Kiralan M., Ozkan G., Bayrak A. (2013). *Recent Progress in Medicinal Plants- Essential Oils I*. Houston: Editors: Dr. J.N. Govil, Former Principal Scientist.

El aceite de anís deberá estar alejado de la luz y guardarse en un lugar seco y fresco debido a la sensibilidad a la luz y la temperatura, aceite de anís puede ser oxidado con facilidad en condiciones inadecuadas. El componente principal del aceite, anetol, podría transformarse en productos de oxidación (ácido anísico, alcohol, epóxido anetol, anisaldehído, p-metoxifenilacetona, anisil alcohol, y cetona). La presencia de estos compuestos puede ser una indicación del deterioro del aceite (Boelens, 1991: Bruneton 1990).

Zheljazkov V., Astatkie T., O'Brocki B. y Jeliazkova E. (noviembre 2013) *Essential Oil Composition and Yield of Anise from Different Distillation Times*. Canadá: Hortscience vol. 48(11). El aceite esencial de

anís es extraído de la semilla de anís a través del proceso de destilación por arrastre de vapor. No hay un tiempo establecido para la semilla del anís. Los autores demuestran que el tiempo de destilación (DT) puede ser personalizado para la obtención de óptimas concentraciones de aceite esencial de anís. En este estudio, determinaron el efecto de nueve tiempos de destilación por arrastres de vapor (5, 15, 30, 60, 120, 180, 240, 360, y 480 minutos) para el rendimiento de aceite esencial y la composición de aceite esencial de semilla de anís. Desarrollaron los modelos de regresión para predecir los rendimientos de aceite esencial, la concentración de componentes individuales y la concentración de estos constituyentes a través de una función con el tiempo de destilación. Las más altas concentraciones de aceite esencial (2.0 g/100 g de semilla, 2%) fue obtenido en 360 minutos del tiempo de destilación. La concentración de transanetol, el principal componente del aceite esencial de anís, varió de 93.5% a 96.2% y generalmente fue alta de 15 a 60 minutos de destilación y baja de 240 a 480 minutos. Sin embargo, el rendimiento de transanetol (calculado del rendimiento del aceite esencial y la concentración de transanetol en el aceite esencial) incrementó con el tiempo de destilación hasta alcanzar 360 minutos de destilación. Las concentraciones de otros constituyentes del aceite esencial variaron significativamente con el tiempo de destilación, y algunos fueron altos y otros bajos de acuerdo a un mayor tiempo de destilación. Sin embargo, el rendimiento fue más alto a mayor tiempo. Ya sea de 360 o 480 minutos. El tiempo de destilación puede ser

usado para obtener aceite esencial de distinta composición que podría beneficiar la industria del aceite esencial. Este estudio demostró la importancia del tiempo de destilación.

Tabla 3

*Contenido de aceite esencial (%) y las concentraciones (%) linalool, chavicol de metilo, para-anis-aldehido, transanetol, gama-himachalene, y otros obtenidos de las 9 destilaciones. **

Eo Contenido	Linalool	Chavicol de metilo	Para- anis- aldehido	Transan etol	Gama- himach alene	Trans- Pseudois oeugenil- 2-metilo	Epoxi- Pseudois oeugenil- 2-metilo
(%) de total de aceite							
0.09 g	0.237 a	1.38 a	0.570 abc	95.5 abc	1.09 a	0.03 d	0.013 e
0.3 fg	0.123 b	1.06 b	0.643 ab	96.2 a	0.77 bc	0.07 d	0.04 e
0.54 ef	0.103 bc	1.04 b	0.747 a	96.2 a	0.66 bc	0.13 d	0.073 e
0.78 e	0.087 cd	0.99 bc	0.657 ab	96.2 a	0.67 bc	0.22 d	0.117 dc
1.2 d	0.083 cde	0.93 bc	0.667 ab	95.6 ab	0.67 bc	0.53 c	0.257 cd
1.54 c	0.063 de	0.79 cd	0.553 abc	95.7 ab	0.58 c	0.74 c	0.300 bc
1.71 bc	0.06 de	0.78 cd	0.540 abc	95.0 bc	0.71 bc	1.03 b	0.417 ab
2.01 a	0.05 e	0.70 d	0.380 c	94.8 c	0.83 b	1.27 ab	0.447 ab
1.86 ab	0.067 de	0.79 cd	0.520 bc	93.5 d	1.25 a	1.53 a	0.563 a

* Dentro de cada columna, significa compartiendo la misma letra no son significativamente diferentes en el 5% de nivel.

Zheljazkov V., Astatkie T., O'Brocki B. y Jeliaskova E. (noviembre 2013) Essential Oil Composition and Yield of Anise from Different Distillation Times. Canadá: Hortscience vol. 48(11).

2.2. Producción de Anís en el Perú

La obtención de nuevos productos químicos de importancia estratégica para la industria farmacológica a partir de las numerosas plantas medicinales presentes en el país (cerca de 1400 especies) es una de las grandes potencialidades. Unas pocas han sido integradas a la producción industrial farmacológica, pero el potencial de la mayor parte aún no ha sido estudiado. El cultivo de plantas aromático-medicinales es

otro aspecto de interés creciente por la demanda internacional de plantas aromáticas para la producción de filtrantes (**anís**, manzanilla, menta, boldo. Etc), y este ofrece en la sierra un potencial por demás interesante por sus condiciones climáticas. **(Hurtado, I. & Trivelli C. (2000) El problema agrario en debate, Volumen 1, Seminario permanente de investigación, Perú, Agraria Lima: Sepia VII pag 463, Antonio Brack editores.)**

Entre estas plantas aromáticas se encuentra una no muy explotada que es el anís, esta hierba procede de lugares cálidos y soleados, por lo que hay que adecuarlo a parámetros similares. Es originaria de Oriente Medio, donde crece de manera silvestre. En la actualidad aparece como especie cultivada, se cultiva a partir de semillas plantadas en el mes de abril. Entre los principales productores del mundo se encuentra Turquía, China, India, México, España y Alemania. El anís de mejor calidad se produce en España. **Botanical-online SL. (10 de abril 2016). EL mundo de las plantas; Recuperado de: <http://www.botanical-online.com/floranis.htm>.**

Desde muchos años atrás se cultiva el anís en el distrito de Curahuasi, Provincia Abancay – Apurímac, han pasado generaciones de productores aniceros que lograron cosechar altos rendimientos y comercializaron a buenos precios. Los sembríos de Anís de calidad A1, es la principal actividad de los pobladores del lugar, razón por la que ha recibido el nombre de Capital Mundial del Anís. Para los destiladores del

afamado Anís Najar, que se produce en la ciudad de Arequipa En menor cantidad, el anís, se produce en otras regiones del Perú, como Huaraz, y algunas partes de la costa.

A continuación, el INEI nos presenta el cuadro de producción Nacional del Anís:

Tabla 4

Producción algunos productos agrícolas 2010-2016 (toneladas métricas)

Productos	2010	2011	2012	2013	2014 P/	2015 P/	2016 P/
Anís	612	828	669	416	279	252	258
Orégano	11,4	12,1	11,6	14,1	15,7	15,3	16,4
Sacha inchi	3 455	2 679	2 973	3 124	2 703	1 935	1 555

INEI (2017), Compendio estadístico 2017, Perú. Ministerio de Agricultura y Riego - Dirección General de Evaluación y Seguimiento de Políticas - Dirección de Estadística Agraria.

2.3. Materia Prima³

2.3.1. Generalidades del Anís

Condiciones para su cultivo

Existen dos factores que en conjunto hacen que el grano de anís tenga muy buena calidad, estos son una exposición larga a la luz del sol y viento que atempere la atmosfera del cultivo, estas condiciones son las que

³ MONCADA RAMIREZ SONIA MARITZA, PARIONA URTECHO MIRELLA ELVIRA. **Diseño de una plata comercial de extracción de aceite esencial de anís**, Tesis de para optar el grado de Ingeniero Químico. Lima. Universidad Nacional de Ingeniería 1993.

posee el valle de Curahuasi y que la hacen un lugar adecuado para la producción del anís.

a. Suelo

Para un buen crecimiento del grano de anís, el suelo de preferencia tiene que ser calizo y fértil, que necesite abono cada dos años. Estudios anteriores indican que las mejores semillas de anís son de origen aluvial situados a orillas del río Apurímac en Curahuasi.

b. Siembra

En la zona de Curahuasi la siembra se realiza en la época de lluvias, principalmente cuando estas se encuentran normalizadas, evitando así las sequías prolongadas de más de tres días, ya que estas sequías afectan de manera negativa la producción del anís.

c. Cosecha

1. Arranchado de la planta. Debe ser de raíz porque las umbelas no maduran de forma uniforme.

2. Formación de gavillas en el campo. Se forman las gavillas con un diámetro de 30 cm que se colocan en forma alternada para luego preparar atados o tercios para su transporte.

3. Secado. Esta etapa puede tomar de entre 3 a 5 días. Los tercios se colocan con la raíz hacia arriba para que las umbelas no se ennegrezcan debido a las escarchas que se puedan producir durante las noches.

4. Escobillado florado de la semilla. Después del secado los manojos son llevados a la artillera para proceder con el sobado, acto de desprender los granos utilizando huactanas (largas y flexibles ramas de árbol). También hay lugares llamados hondonadas, que tienen hecho un borde de tierra para que las semillas no vuelen al viento.

5. Limpieza. Procedimiento en donde se procede a quitar los tallos y terrones grandes.

6. Zarandeo. Aun teniendo las impurezas del procedimiento de limpieza, el zarandeo se lleva a cabo con dos tipos de zarandas, el primero de diámetro mayor de 6mm donde se retienen las pajas y terrones y el segundo de 4mm separa la tierra, polvillo y demás restos que quedaron en la primera zaranda.

2.3.2. Clasificación y Características Botánicas del anís

- **Clasificación botánica. (revisar ANEXO)**

La especie de trabajo en cual se va a trabajar es:

- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Subclase: Asteriade
- Orden: asterales
- Familia: asteraceae
- Género: tagetes
- Especie: tagetes filifolia L.
- Nombre vulgar: "anís".

- **Características botánicas**

El anís es la planta herbácea anual puede crecer hasta 60 cm de altura. Tiene un tallo cilíndrico de color verde grisáceo, hojas filicíneas verdes y brillantes y umbelas de minúsculas flores blancas.

Las hojas inferiores son redondeadas y dentadas en su borde, las hojas de la parte media divididas en tres segmentos profundos y las hojas superiores en angostas lacinias. El fruto es un diaqueno piriforme invertido con numerosos tubos o sacos oleosos, varían en medida de 2 a 5mm.

- **Descripción del fruto: semilla de anís.**

En un corte transversal a uno de los aquenios que forma el fruto de anís nos muestra las siguientes partes.

- fvb: fibrovascular
- s: Semilla
- p: pericarpio
- vit: tubo oleoso
- h: pelo
- en: endcarpio
- cu: cuticula
- ep: epidermis

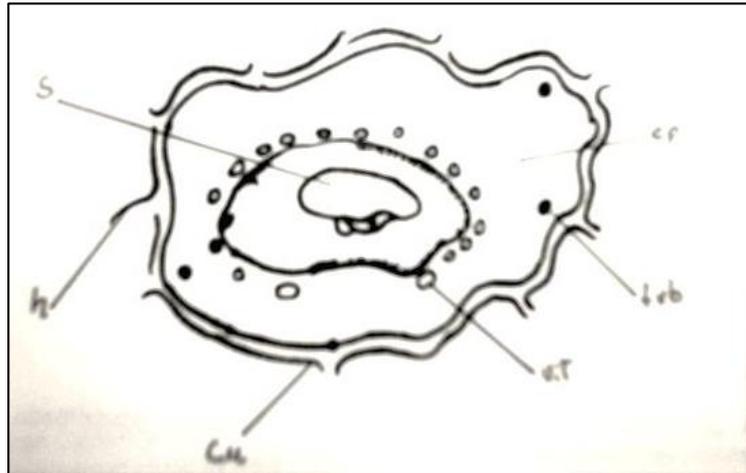


Figura 3. Descripción del fruto. Elaboración propia.

- **Composición química del fruto del anís**

El fruto del anís compone de:

- materias nitrogenadas
- materia no nitrogenada
- aceite etéreo
- lípidos y ácidos grasos
- proteínas
- carbohidratos
- féculas
- cenizas

- **Usos del fruto del anís**

Mayormente empleado en su consumo masivo como bebidas filtrantes, elaboración de licores, en la industria panadera, extracción de aceites esenciales, planta medicinal y analgésicos.

2.4. Producto: Aceite esencial de anís

2.4.1. Definición de aceites esenciales

Los aceites esenciales son cuerpos odoríferos, mezclas de varias sustancias químicas biosintetizadas por las plantas, no grasos y volátiles por naturaleza. Se diferencian de los aceites o grasas por su composición química y su evaporación relativamente rápida.

2.4.2. Localización de los aceites esenciales en diferentes plantas

Existen muchos vegetales, y solo unos cuantos producen cantidades significativas de aceite esencial, estos pueden encontrarse en toda la planta o zonas específicas de ella como en la raíz, corteza, tronco, hojas y frutos.

En el caso de los cítricos, poseen diversos aceites esenciales de composición química diferente en sus distintos órganos.

Tabla 5

Localización del aceite esencial en distintas partes de las plantas

Raíces	Regaliza, aceite de espárragos
Tallos	Trementina
Hojas	Jazmín, aceite de azahar, aceite de rosas
Frutos	Aceites de naranja y de limón, aceite de anís, esencias de fresas, entre otros.

Moncada S. & Pariona, M. (1993) Diseño de una planta comercial de extracción de aceite esencial de anís, Tesis de para optar el grado de Ingeniero Químico. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima.

2.4.3. Composición de los aceites esenciales

Tienen un alto número de constituyentes, varían entre 30 o 40. Los componentes básicos de los aceites esenciales son diversas clases de compuestos orgánicos, principalmente terpenos y sesquiterpenos. Además de alcoholes, esterers, aldehídos y cetonas.

Pueden ser clasificados de manera siguiente:

Tabla 6
Componentes básicos aceite esencial

1. Ácidos	Benzoico, mirístico, isovalerico en estado libre.
2. Alcoholes	Linalol, geraniol, citronelol, terpinol, mentol, borneol.
3. Aldehídos	Citral, citronelal, benzaldehído, cinamaldehido, aldehído cumínico.
4. Cetonas	Carvona, mentona, pulegona, irona, fencona, tuyona, alcanfor, metil-nonil-cetona, metil-eptenona.
5. Esteres	Principalmente de los ácidos, benzoico, acético, salicílico y cimánico.
6. Éteres	Cineol, anetol y safrol.
7. Fenoles	Eugenol, timol, carvanol.
8. Hidrocarburos	Cinemo, estireno (feniletileno)
9. Lactonas	Cumarina.
10. Terpenos	Canfeno, pineno, limoneno, fenandreno, cedreno.

Moncada S. & Pariona, M. (1993) Diseño de una planta comercial de extracción de aceite esencial de anís, Tesis de para optar el grado de Ingeniero Químico. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima.

2.4.4. Propiedades fisicoquímicas de los aceites esenciales

Son por lo general insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos, volátiles, densidad inferior a la del agua, alto índice de refracción, líquidos a temperatura ambiente. Algunos aceites esenciales pueden disolverse en agua en porciones específicas para aumentar la intensidad de su olor.

Muestran amplia gama de actividades ópticas, con rotación en ambas direcciones.

2.5. Aceite esencial de anís

Obtenido por destilación con arrastre de vapor de agua del fruto maduro de los granos de anís, de sus especies *PIMPINELLA ANISUM* o del anís estrellado *ILLUCUM VERUM*. En el caso del presente trabajo *TAGETES FILIFOLIA L.* o anís vulgar.

2.5.1. Principal componente del producto del aceite esencial de anís.

Este aceite consta de 80 a 90% de trans - anetol. Los siguientes restantes en importancia son estragol, anisona y terpenos, con trazas de hidroquinona y éter monoetílico,

- **Anetol**

Principal componente de los aceites esenciales de anís y de hinojo.

El anetol o trans-1-metoxi-4-(prop-1-enil) benceno es un compuesto aromático derivado del fenilpropano,

- **Propiedades del Anetol**

Con un sabor dulce y un olor que recuerda al anís, el anetol se presenta como un Líquido blanco y cristalino que reacciona por acción de la luz, el aire y el calor perdiendo su poder de cristalizar tornándose a un color amarillo, de sabor amargo y de apariencia viscosa. Es muy poco soluble en agua, pero soluble en alcohol. Puede ser soluble en solventes orgánicos como el éter de petróleo.

Tabla 7
Norma de identificación del anetol

Característica	Norma INACAL
Apariencia	Líquido cristalino
Color	Incoloro o ligeramente amarillo
Olor	De anisado, aromático que recuerde al Anetol
Densidad relativa a 20°C	0,980 – 0,990 gr/cc
Índice de refracción a 20°C	1,552 – 1,559
Desviación polarimétrica a 20 °C en tubo de 1 dm	-2°C a +2°C
Solubilidad en alcohol a 90%	Soluble hasta en 3 volúmenes de alcohol
Punto de congelación	De 15°C a 19 ° C

Normas Técnicas Peruana (INACAL). (revisada el 2016). NTP 319.092:1974 Aceite esencial de anís. Perú: 1ª Edición.

- **Obtención del Anetol**

- a. Destilación al vacío.

- Se obtiene anetol al 98 – 99% de pureza. Con tufo que se puede eliminar con soda caustica.

- b. Cristalización enfriando a 5 grados y centrifugando.

- Se obtiene anetol al 98 – 99% de pureza. Pero se obtienen todas las colas.

- c. Cristalización con éter de petróleo.

- Una vez rectificado y deodorizado (proceso para eliminar olores) se da la etapa de cristalización con éter de petróleo donde se disuelve la esencia y se enfría a 19 – 20°C. El anetol que da en forma de cristal, se calienta a baño maría para eliminar los restos de éter de petróleo.

- d. Síntesis química

- Se trata de una síntesis a partir del metilchavicol o estragol, que es un isómero del anetol, que se encuentra en el aceite de pino, albahaca y laurel. Este isómero es muy dañino para la salud.

2.6. Aplicaciones industriales

En medicina es usado como una sustancia que ayuda a disminuir la generación de gases en el tubo digestivo. Utilizado como estimulante y expectorante. Enmascara olores indeseables en drogas y productos cosméticos como componentes para la perfumería detergentes y lociones.

Es utilizado en la industria alimentaria como en la pastelería, producción de bebidas alcohólicas y golosinas. Se usan 0.06% de aceite esencial de anís para preparación de licores y 0.07% para la preparación de dulces.

2.6.1. Procesos de obtención de aceites esenciales

Por lo general son obtenidos del procedimiento de extracción por arrastre de vapor, aunque también hay otros procesos como extracción con solventes y enflorado.

- Extracción con solvente

El solvente es utilizado para formar una mezcla de aceite y cera. El solvente es recuperado y la mezcla se procesa con alcohol frío para retirar las ceras. El alcohol frío es finalmente retirado por destilación al vacío. Es usual trabajar con solventes como cloruro de metilo o isobutano licuado.

- Enflorado

Es un procedimiento poco empleado por ser costoso y lento. Consta de una adsorción de aceites fragantes en una capa aceitosa y delgada a partir de pétalos de flores, disolviéndolos en alcohol frío para ser este retirado por destilación al vacío.

Los aceites esenciales que se obtienen de los métodos mencionados se concentran removiendo los componentes naturales o

indeseados del aceite básico; puede efectuarse luego un tratamiento químico específico o una destilación fraccionada al vacío.

- Destilación por arrastre de vapor.

Es el método más usado para extraer esencias, produce simultáneamente aceites esenciales y aguas aromáticas, también llamadas aguas florales, aguas de un campo de estudio considerable por estar compuestas por aguas de condensación saturadas de aceites esenciales.

- Tipos de destilación por arrastre de vapor

Los tipos de arrastre de vapor son: destilación con agua, destilación con agua y vapor y destilación con vapor.

a. Con agua:

Este método tiene la principal característica del contacto directo del agua caliente con el material del cual se quiere extraer el aceite esencial. El material vegetal tiene que estar flotante o sumergido.

b. Destilación con agua y vapor

Este método tiene la característica principal del contacto único y constante del vapor saturado y nunca sobrecalentado con el material del cual se va a extraer el aceite. Para este fin, el material es colocado sobre una placa perforada de manera aislada del agua y es el vapor saturado el que asciende a través de él.

c. Destilación con vapor

Similar a la destilación con agua y vapor, pero con la diferencia de que el vapor es saturado y sobrecalentado y llevado a cabo a presión atmosférica. El material es colocado sobre un plato perforado para que el vapor ascienda a través de él.

2.6.2. Hidrodestilación.

Consta de dos etapas, el primero, el aceite esencial abandona la materia vegetal por acciones fisicoquímicas mediante el sometimiento de temperaturas moderadas y el segundo, una vez aislado el aceite esencial, se destila a temperaturas más bajas a su punto de ebullición.

Cabe destacar que al utilizar una destilación seca estamos tratando con vapor de agua sobrecalentado y saturado, el primero no arrastra agua líquida por evaporarla al instante al entrar al contacto con él. El segundo arrastra algo de agua líquida por efectos del contacto líquido-vapor de agua. En cuestión de rendimiento, el vapor sobrecalentado puede ser menos beneficioso al secar el material del cual se va a extraer el aceite esencial.

En la tabla 8 se muestra comparaciones a considerar para diversos tipos de hidrodestilación.

2.6.3. Efectos del vapor sobre el material vegetal

Los efectos mas importantes que intermedian en la hidrodestilación son: la difusión, hidrólisis y acción térmica.

a. Difusión

Los componentes que producen esencias se encuentran en las glándulas odoríferas de las células de los vegetales, por acción del calor del vapor del agua las células se dilatan y facilitan el viaje de los aceites al exterior. Cabe resaltar que en este procedimiento las esencias tienen componentes más solubles en agua ya que es el agua es la fuente de difusión.

b. Hidrólisis

En este efecto se producen reacciones químicas de ciertos componentes de los aceites esenciales con el agua. Estos componentes en el mayor de los casos son ésteres, que en presencia de agua a elevadas temperaturas forman ácidos y alcoholes, el cual crece de manera directamente proporcional a la cantidad del agua, por lo que, si la cantidad del agua es grande, la hidrólisis será mayor y el rendimiento para producir aceite esencial disminuye en consecuencia.

c. Efectos del calor sobre el material vegetal

La temperatura de la mezcla de vapor ascendente suele fluctuar en el curso del proceso de la destilación ya que a medida que transcurre la

operación la mezcla se compondrá cada vez menos de los componentes de aceite esencial una vez llegado a sus últimas fracciones hasta solo obtener vapor saturado.

Tabla 8
Comparativo de los diversos tipos de hidrodestilación

Factor	Con agua	Con agua y vapor	Con vapor
Tipo de destilador	Simple, precio bajo, destilador transportable, de fácil instalación en lugares de producción	Más complicado y de más caro precio que el de hidrodestilación con agua. Transportable y puede ser instalado en el campo	Es generalmente más sólido que los dos anteriores. Útil para trabajar a gran escala
Tipo de material vegetal	Provechoso para ciertos materiales, especialmente cuando son finos o polvorientos, también para flores la cual se apelmazan con vapor directo. No apto para materiales con contenido para saponificación, soluble en agua o constituyente de alto punto de ebullición.	Conveniente para materiales herbáceos con hojas	Conveniente para todo tipo de material. Excepto aquellos muy finos a través de los cuales el vapor forma canales. Muy conveniente para semillas o granos, raíces y maderas. También para materiales que contienen alto punto de ebullición
Condiciones de difusión	Es buena si el material es cargado apropiadamente en movimiento libre en agua de ebullición.	Buena	Buena, si el vapor es ligeramente humedecido. La destilación con vapor sobrecalentado o vapor seco a alta presión empuja al material vegetal impidiendo la difusión y causando un bajo rendimiento de aceite. Por lo tanto esta debe realizarse con vapor saturado.
Presión de vapor dentro del destilador	Generalmente cerca a la atmosférica	Generalmente cerca a la atmosférica	De acuerdo al material se trabaja a alta o baja presión.

Temperatura	Cerca de 100°C. Se debe tener cuidado para no quemar el material vegetal en contacto con las paredes calientes del destilador. El agua vaporizada deber ser continuamente reemplazada	Cerca de 100°C.	De acuerdo al material vegetal.
Hidrolisis de los constituyentes del aceite	Condiciones generalmente desfavorables. Alto porcentaje de hidrolisis de éster.	Hidrolisis baja. La condensación del vapor causa humedecimiento de la carga. Por lo que esta se empaqueta. Los alambiques deben estar bien aislados.	Buenas condiciones. Si el material es cargado apropiadamente. El vapor húmedo en una destilación prolongada causa excesiva condensación dentro del destilador y un apelmazamiento de carga.
Velocidad de destilación	Relativamente baja	Claramente buena	Alta
Rendimiento del aceite	Relativamente bajo. Debido a hidrolisis. Además el agua residual en el destilador contiene los constituyentes de alto punto de ebullición	Bueno. Si no hay excesivo humedecimiento del material. Esto hace que el material forme canales y por ende una destilación incompleta	Bueno. Siempre y cuando el tratamiento previo realizado al material haya sido el adecuado. El apelmazamiento o la canalización bajan el rendimiento.
Calidad del aceite	Depende de los cuidados que se tomen durante la operación, se debe evitar la quema del material. Sobre todo cuando se lleve con fuego directo	Generalmente buena	Buena, si la operación ha sido conducida apropiadamente
Agua de destilación	En algunos casos debería ser redestilada o retornada al destilador.	Se podrá descartar, si es apropiadamente separada.	Se podrá descartar, si es apropiadamente separada

Guenther, E. (1963) *The essential oils*, New York: D.Van Nostrand Company Inc.

2.7. Definición de términos básicos

a) Anís. (*tagetes filifolia*)⁴

Planta anual, erecta, hasta 45 cm de alto, con olor aromático; tallos ramificados, hojas de 3 cm de largo, pinnadas o bi- pinnadamente en segmentos; cabezuelas numerosas, flores liguladas 0 a 3, blancas, sus láminas elípticas, de 1 a 1.5 mm de largo, flores del disco de 5 a 25, corolas amarillas, de 3 a 4 mm de largo. Crece en caminos y potreros en regiones con bosque mesófilo.

b) Aceite esencial.⁵

Un aceite esencial es una mezcla volátil de compuestos orgánicos generalmente líquidos (aunque pueden ser semisólidos o sólidos), de apariencia oleosa, derivado de plantas odoríferas por métodos físicos.

Muchos de estos aceites esenciales han sido valorados desde la antigüedad por sus olores característicos. Una lista de aceites esenciales comercialmente importantes supera los 200.

Los componentes de los aceites esenciales se encuentran a menudo en las glándulas o espacios intercelulares en el tejido de las plantas. Por lo demás, a menudo se concentran en las semillas, flores, hojas o frutos.

4 Villavicencio M. y Pérez B., (2005) Guía de la flora útil de la Huasteca y la zona Otomí-Tepehua, Hidalgo, I. Pachuca, México: 171 p. Ed. UAEH.

5 Martínez, P. & Guarnizo, A. (2009) *Experimentos de Química Orgánica - Con enfoque en ciencias de la vida*, México: Ediciones Elizcom.

Los aceites esenciales son una mezcla que contiene alrededor de 20 a 60 componentes a diferente concentración. Estos son caracterizados por dos o tres componentes mayoritarios, usualmente oxigenados, con una concentración entre 20 y 70% comparados con el resto de componentes con mucha menor proporción.

c) Destilación.⁶

La destilación es un proceso que consiste en calentar un líquido hasta su temperatura de ebullición, condensar los vapores formados y recolectarlos como líquido destilado.

d) Destilación simple.⁷

En la destilación simple el vapor que se retira del seno del líquido, pasa inmediatamente al refrigerante donde condensa y luego se recolecta el líquido destilado. Mediante este procedimiento pueden separarse mezclas de dos componentes que tengan una diferencia de puntos de ebullición, de al menos 60-80 °C. Mezclas de sustancias cuyos puntos de ebullición difieran en 30 – 60°C se pueden separar por destilaciones sencillas repetidas, recogiendo las fracciones enriquecidas en uno de los componentes, las cuales se vuelven a destilar. Sin embargo, este no es el

^{6,5} Lamarque A., Zygadlo J., Labuckas D., López L., Torres M. y Maestri D. (2008). *Fundamentos Teórico – Prácticos de Química Orgánica*. Córdoba, Argentina: Editorial Encuentro, 1era Edición.

método más eficaz para separar estas mezclas, recurriéndose en tales casos a la destilación fraccionada.

e) Destilación fraccionada.⁸

En la destilación fraccionada, la fase vapor que se separa del seno del líquido atraviesa una columna de fraccionamiento, llega a un refrigerante donde condensa y luego se recolecta. La destilación fraccionada es la combinación de muchas destilaciones simples en una sola operación, para lo cual se utiliza una columna de fraccionamiento vertical rellena con un material inerte (perlas de vidrio, trozos de plato poroso, etc.), en la cual ocurren sucesivas evaporaciones y condensaciones hasta que finalmente el vapor alcanza el extremo de la columna y condensa en el refrigerante. Una destilación fraccionada equivale varios cientos de destilaciones simples y resulta eficaz incluso en la separación de líquidos cuyo punto de ebullición se diferencian en una fracción de grado. La eficacia de una columna de destilación es mayor cuando más platos de teóricos poseen.

f) Destilación al vacío.⁹

La destilación al vacío consiste en generar un vacío parcial por dentro del sistema de destilación para destilar sustancias por debajo de su

⁸ Lamarque A., Zygadlo J., Labuckas D., López L., Torres M. y Maestri D. (2008). *Fundamentos Teórico – Prácticos de Química Orgánica*. Córdoba, Argentina: Editorial Encuentro, 1era Edición.

⁹ Fieser, L. (2004) *Experimentos de Química Orgánica*. Barcelona, España: Editorial Reverte, reimpresión.

punto de ebullición normal. Este tipo de destilación se utiliza para purificar sustancias inestables como son por ejemplo las vitaminas.

g) Destilación por arrastre por vapor.¹⁰

En la destilación por arrastre de vapor de agua se lleva a cabo la vaporización selectiva del componente volátil de una mezcla formada por éste y otros "no volátiles". Lo anterior se logra por medio de la inyección de vapor de agua directamente en el interior de la mezcla, denominándose este "vapor de arrastre", pero en realidad su función no es la de "arrastrar" el componente volátil, sino condensarse en el matraz formando otra fase inmiscible que cederá su calor latente a la mezcla a destilar para lograr su evaporación.

h) Calidad en aceites esenciales¹¹

Hay distintas variaciones de calidad de aceite esencial como pueden ser su origen geográfico, variedad de la planta, método de obtención, almacenamiento, envejecimiento., etc., son muchos los factores que pueden afectar en mayor o menor grado a la calidad. Existen métodos para reconocer la calidad de un aceite esencial, así entre los ensayos de reconocimiento tenemos: la densidad, viscosidad, índice de refracción, apariencia, color y olor. La calidad puede ser determinada comparando los

¹⁰ Lamarque A., Zygadlo J., Labuckas D., López L., Torres M. y Maestri D. (2008). *Fundamentos Teórico – Prácticos de Química Orgánica*. Córdoba, Argentina: Editorial Encuentro, 1era Edición.

¹¹ Ortuño, M. (2006). *Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes*. España: Aiyana Ediciones, 1era Edición.

ensayos de reconocimiento con aceites esenciales existentes en el mercado que cumplan con las especificaciones de acuerdo a los estudios de los patrones fisicoquímicos de la mayoría de aceites esenciales.

i) Rendimiento¹²

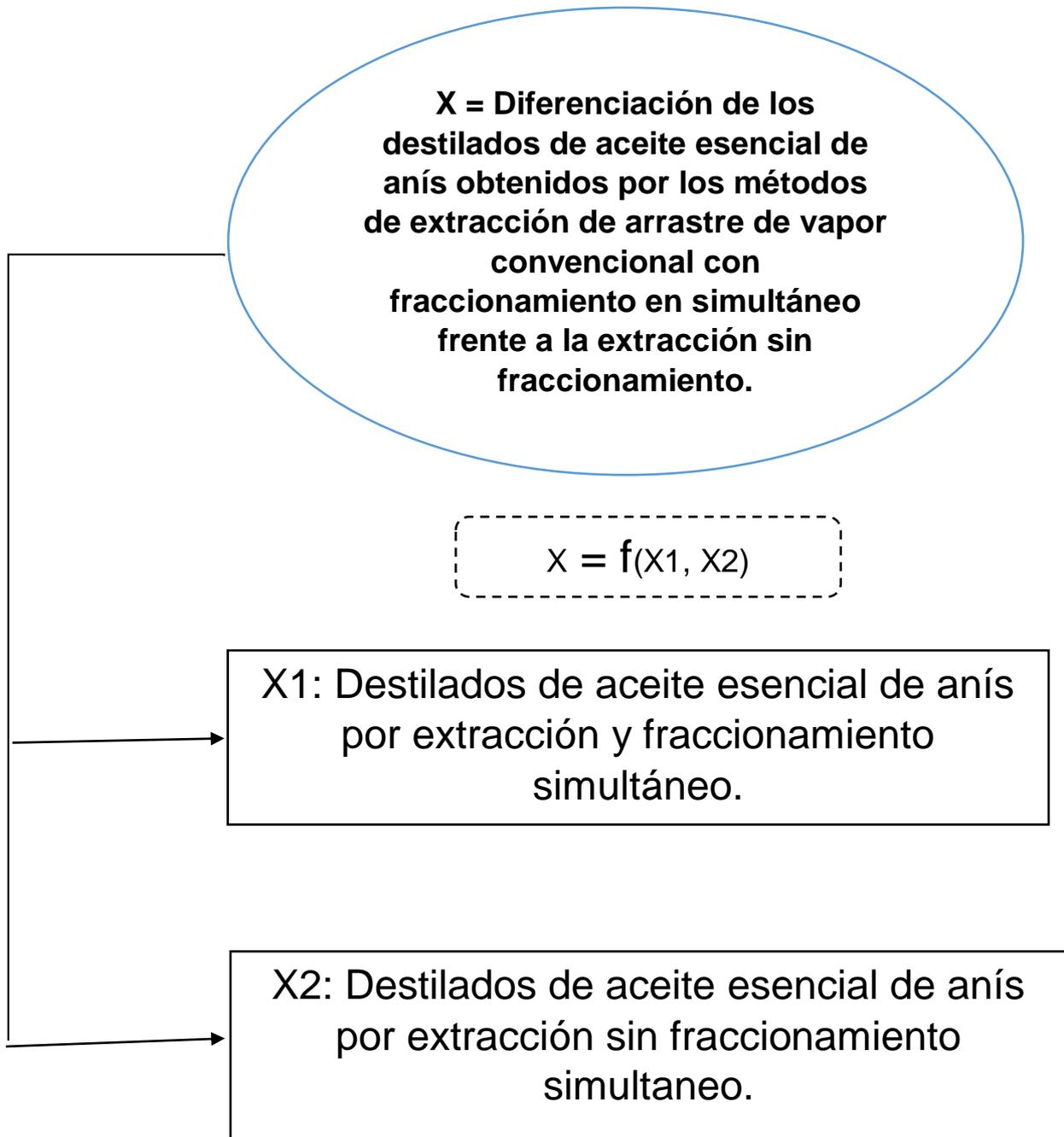
Se define habitualmente en la literatura de los aceites esenciales como el cociente entre masa de aceite esencial obtenido respecto a la masa de materia prima vegetal introducida inicialmente:

$$\eta(\%) = 100 \cdot \frac{\text{Aceite obtenido (Kg)}}{\text{Materia Prima vegetal (Kg)}}$$

¹² CASADO, I. (2018). *Optimización de la extracción de aceites esenciales por destilación en corriente de vapor*. Tesis de grado. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.

III. VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1. Definición de las variables



3.2. Operacionalización de variables

VARIABLES DEPENDIENTES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
X: Incremento de la cantidad y calidad de los destilados de aceite esencial de anís obtenidos por los métodos de extracción y fraccionamiento simultáneo frente a la extracción sin fraccionamiento simultáneo.	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de aceite esencial de anís. - Calidad de aceite esencial de anís. 	<ul style="list-style-type: none"> - Diferencia entre la cantidad de aceite (ml) por kg de semillas de anís obtenido por extracción y fraccionamiento simultáneo frente a extracción sin fraccionamiento simultáneo. - Diferencia entre el índice de refracción, densidad y viscosidad del aceite obtenido por extracción y fraccionamiento simultáneo frente al aceite obtenido por extracción sin fraccionamiento simultáneo. - Apreciación de la diferencia entre la apariencia, color y olor del aceite obtenido por extracción y fraccionamiento simultáneo frente al aceite obtenido por extracción sin fraccionamiento simultáneo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Diferencia de medias con la prueba T-student. - Prueba de significancia de T-student. - Panel de observador.
VARIABLES INDEPENDIENTES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
X1: Destilados de aceite esencial de anís por extracción y fraccionamiento simultáneo.	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de aceite esencial de anís. - Calidad de aceite esencial de anís 	<ul style="list-style-type: none"> - Mililitros de aceite/Kg de semillas de anís. - Índice de refracción, densidad y viscosidad. - Apariencia, color y olor 	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de datos experimentales de volumen de aceite extraído. - Determinación del índice de refracción con refractómetro. - Determinación de la densidad con un picnómetro y viscosidad con un viscosímetro. - Comparación con el patrón.
X2: Destilados de aceite esencial de anís por extracción sin fraccionamiento simultáneo.	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de aceite esencial de anís. - Calidad de aceite esencial de anís 	<ul style="list-style-type: none"> - Mililitros de aceite/Kg de semillas de anís. - Índice de refracción, densidad y viscosidad. - Apariencia, color y olor 	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de datos experimentales de volumen de aceite extraído. - Determinación del índice de refracción con refractómetro. - Determinación de la densidad con un picnómetro y viscosidad con un viscosímetro. - Comparación con el patrón.

3.3. Hipótesis general e hipótesis específicas

Hipótesis General

Mediante la utilización de un sistema de extracción de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo se obtiene mayor cantidad y mejor calidad de aceite esencial de anís frente a un equipo de extracción de arrastre de vapor convencional sin fraccionamiento.

Hipótesis Específicas

- a) Utilizando un sistema de extracción por arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo se obtiene aceite esencial de anís con buen rendimiento en cantidad y calidad.
- b) Utilizando un sistema de extracción por arrastre de vapor convencional sin fraccionamiento no asegura un buen rendimiento en cantidad y calidad de aceite esencial de anís.

IV. METODOLOGÍA

4.1 Tipo de Investigación

El tipo de investigación que se propone con el presente trabajo es de tipo aplicada porque busca determinar si un sistema que utiliza equipos acoplados de extracción y fraccionamiento en simultáneo pueden lograr mayor rendimiento en cantidad y mejor calidad de aceite esencial de anís.

4.2 Diseño de la Investigación

El diseño de la presente investigación ha considerado cuatro momentos, los cuales se muestran en la figura 4.

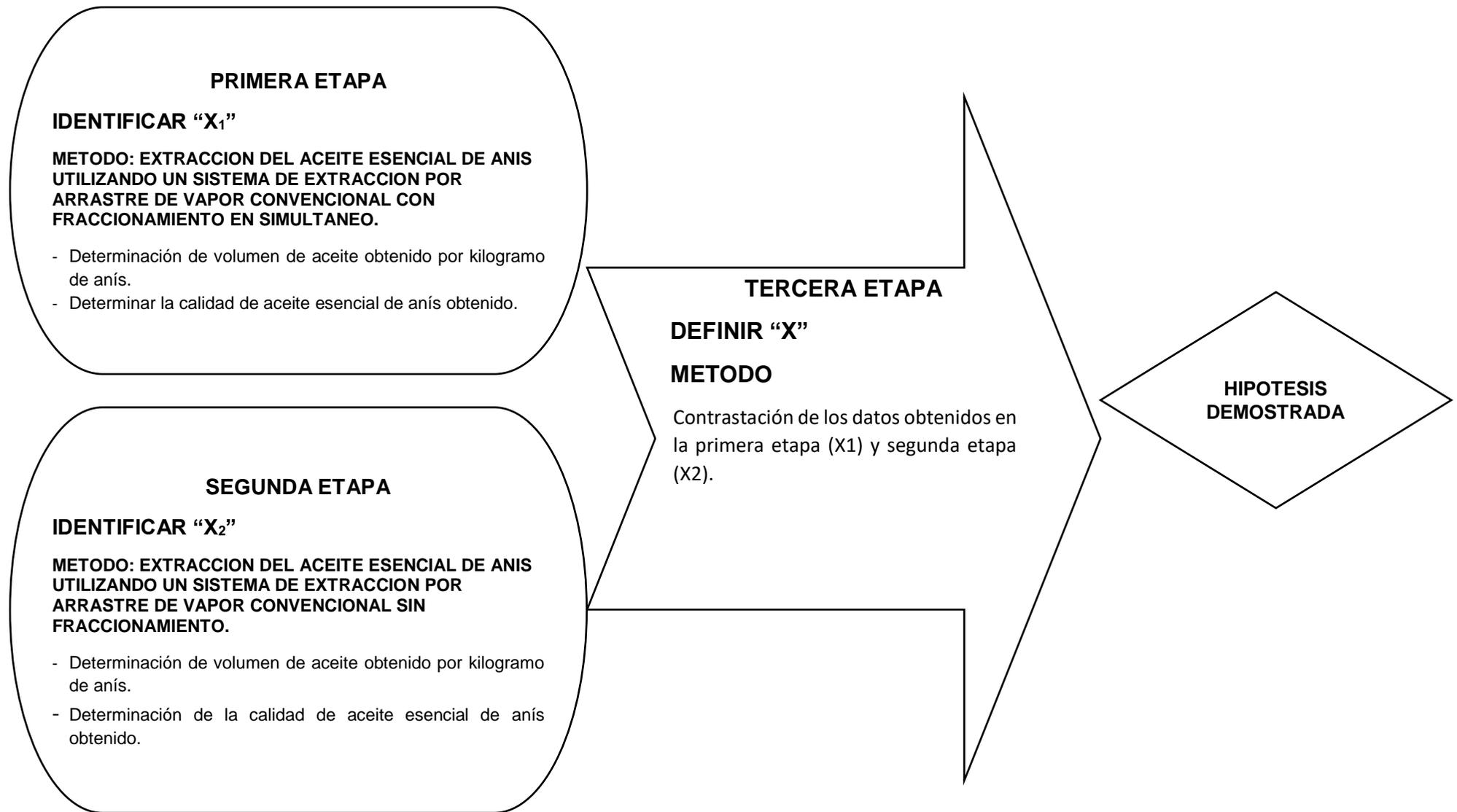


Figura 4. Diseño de la investigación - etapa experimental

Elaboración propia

Primera Etapa de la Investigación:

En esta primera etapa se extrajo el aceite esencial de anís empleando el sistema de extracción de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo variando la masa de semillas de anís en 50 g, 100 g, 200 g, 300 g, 400 g, 500 g y 700 g para determinar la carga óptima de semillas de anís en el equipo en cuanto a volumen de aceite esencial extraído; para este propósito se empleó un registro de datos experimentales. Se halló el índice de refracción, la densidad y viscosidad del aceite esencial extraído para evaluar la calidad que se obtuvo con respecto a un patrón de referencia. El patrón de referencia nos permitió también comparar la apariencia, color y olor con el aceite esencial de anís extraído.

Segunda Etapa de la Investigación:

En esta segunda etapa se extrajo el aceite esencial de anís empleando el sistema de extracción de arrastre de vapor convencional sin fraccionamiento variando la masa de semillas de anís en 50 g, 100 g, 200 g, 300 g, 400 g, 500 g y 700 g para determinar la carga óptima de semillas de anís en el equipo en cuanto a volumen de aceite esencial extraído; para este propósito se empleó un registro de datos experimentales. Se halló el índice de refracción, la densidad y la viscosidad del aceite esencial extraído para evaluar la calidad que se obtuvo con respecto a un patrón de

referencia. El patrón de referencia nos permitió también comparar la apariencia, color y olor con el aceite esencial de anís extraído.

Tercera Etapa de la Investigación:

Con la finalidad de comprobar si existen o no diferencias significativas entre dos grupos se utilizó la prueba T- student para la comparación de medias y la prueba de Fisher de igualdad de varianzas si los datos de ambos grupos tienen distribución normal, de no ser así la prueba alternativa es la de Mann Whitey y su prueba de igualdad de varianzas correspondiente es la de Levene.

4.3 Población y muestra

No aplica población y muestra ya que demuestra en el presente trabajo es la comparación entre una extracción por arrastre de vapor y una extracción por arrastre y fraccionamiento en simultáneo para la obtención de aceite esencial de anís. Para lo cual no es necesario el muestreo de la materia prima.

4.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos

A) Técnicas

- Recolección de información
- Análisis de datos
- Observación directa.

B) Instrumentos

- Tabla de registros de datos.

- Gráficos pre elaborados como curvas patrón.
- Guía de observación

C) Plan de análisis estadístico de datos

- Se utilizó registros de frecuencias.
- Se utilizó pruebas estadísticas para la comparación de medias T-Student como muestras independientes en caso de distribución normal de datos.
- Se utilizó la técnica de panel de observadores para las pruebas cualitativas.

4.5 Recolección de datos

La evaluación de las variables del proyecto se obtendrá de forma experimental.

4.5.1 Lugar de ejecución

Las pruebas extracción de aceite esencial de anís de manera convencional y utilizando columna de fraccionamiento y se realizaron en el laboratorio de investigación de la facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Callao.

4.5.2 Técnicas empleadas en la recolección de datos

a. Pesado de las semillas de anís.

Se realizó la distribución de pesos de 50g, 100g, 200g, 300g, 400g, 500g y 700g para cada sistema de extracción (con y sin fraccionamiento) utilizando una balanza analítica.

b. Extracción de aceite esencial de anís por un sistema de arrastre de vapor convencional.

Se obtuvo aceite esencial de anís en un sistema convencional donde el vapor de agua es el medio extractor de dicho aceite.

c. Extracción de aceite esencial de anís por un sistema de arrastre de vapor convencional con columna de fraccionamiento en simultáneo.

Se obtuvo aceite esencial de anís en un sistema convencional de arrastre de vapor acoplado una columna de fraccionamiento con anillos rashing de vidrio.

d. Medición de volumen de aceite esencial de anís.

Se realizó la medición del volumen de aceite esencial de anís de cada sistema de extracción y por cada peso, por observación directa en una probeta y/o bureta.

e. Medición del índice de refracción de aceite esencial de anís.

Método por el cual un haz de luz pasa oblicuamente desde un medio a otro de diferente densidad cambiando su dirección, el cual fue realizado para cada sistema de extracción en el Refractómetro ABBE.

f. Panel de evaluación sensorial del aceite esencial de anís.

Se realizó una ficha de evaluación sensorial de los aceites obtenidos por cada peso y por cada sistema propuesto para evaluar el color, olor y apariencia.

g. Medición de densidad de aceite esencial de anís.

Magnitud expresada entre la relación entre el volumen y la masa de un cuerpo. Realizado a través de un picnómetro, obteniendo una densidad promedio.

h. Medición de viscosidad de aceite esencial de anís.

Propiedad de los líquidos que se define como la resistencia a fluir, resultado de los efectos combinados de cohesión y adherencia. Realizado a través de un viscosímetro de Ostwald.

i. Análisis de datos.

Se hicieron pruebas estadísticas: Diferencia de medias y pruebas de significancia T-Student si hay distribución Normal en los datos, en caso contrario se aplicó una prueba para datos No normales. Se utilizó de soporte el programa Minitab.

j. Instrumentos de recolección de datos

Para la realización de la experiencia se utilizaron los siguientes equipos y materiales:

Materiales

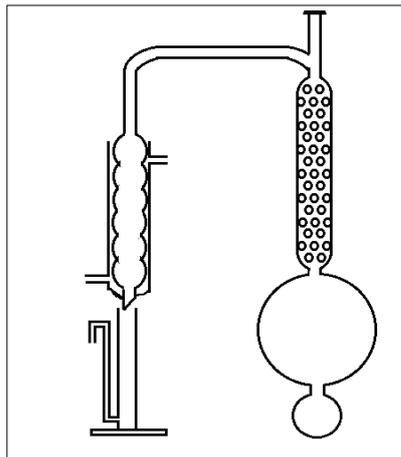
- Vaso precipitado
- Teflón
- Piceta
- Bureta
- Viscosímetro de Ostwald.
- Termómetro

- Picnómetro.
- Soporte universal
- Anillos raschig
- Material inerte.

Equipos

- Sistema de destilación convencional de arrastre de vapor.
- Sistema de destilación convencional de arrastre de vapor con fraccionamiento en simultáneo.

- Balanza analítica.
- Refractómetro ABBE.
- Cocinilla eléctrica.



*Figura 5. Esquema del equipo experimental.
Elaboración propia.*

Materia prima

- Semillas de anís (Tagetes Filifolia L.)

4.6 Procedimientos de recolección de datos

4.6.1 Recolección de las semillas anís

Las semillas se recolectaron por un distribuidor del distrito de Curahuasi ubicado al Nor-Este de la Provincia de Abancay al norte del departamento de Apurímac.

4.6.2 Extracción de aceite esencial de las semillas de anís

a. Extracción de aceite esencial de anís por sistema de arrastre de vapor convencional

Se armó el equipo de destilación el cual consta de partes desarmables de: balón de contención de agua, balón de contención de la materia prima, un refrigerante y un florentino.

Se pesó semillas de anís de 50g, 100g, 200g, 300g, 400g, 500g, y 700g y se colocaron en el balón de contención de materia prima acompañados de material inerte para que haya un contacto más eficiente entre el vapor de agua y las semillas de anís.



Figura 6. Equipo de destilación. Sistema de arrastre de vapor convencional. Laboratorio de Investigación FIQ. Elaboración Propia.

Se dejó destilando alrededor de 5 horas para poder aprovechar al máximo la estancia de la materia prima en el balón de contención.

b. Extracción de aceite esencial de anís por sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo

Se armó el equipo de destilación al cual se le añadió una columna de empaques al cual se llenó de anillos rasching.



*Figura 7. Anillos rashing en la columna.
Laboratorio de Investigación FIQ. Elaboración Propia.*

Se pesó inicialmente semillas de anís de 50g, 100g, 200g, 300g, 400g, 500g, y 700g y se colocaron en el balón de contención acompañados de material inerte para que haya un contacto más eficiente entre el vapor de agua y las semillas de anís.

Se dejó destilando alrededor de 5 horas para poder aprovechar al máximo la estancia de la materia prima en el balón de contención.



*Figura 8. Semilla de anís con material inerte en el sistema de destilación.
Laboratorio de Investigación FIQ. Elaboración Propia.*

4.6.3 Análisis físico químico del aceite esencial de anís

a. **Volumen.** Al finalizar la destilación se formó dos fases que son aceite y agua, los cuales se separaron por medio de una bureta de 10 ml.



Figura 9. Medición del volumen.
Laboratorio de investigación FIQ. Elaboración propia.

b. **Índice de refracción.** Se realizó la medición del índice de refracción del aceite esencial de anís por observación directa en un refractómetro modelo Abbe, para lo cual el ambiente tiene que estar seco y alejado de corrientes de aire.

Nota: Se gira la perilla de ajuste y se eleva el prisma superior. Se vierte unas gotas de muestra en el prisma inferior y se vuelve a ajustar la perilla. La muestra debe cubrir uniformemente el prisma sin dejar burbujas.

Entre muestra y muestra es necesario limpiar con agua, alcohol y papel tissue, y volver a calibrar con agua.



Figura 10. Medición del índice de refracción.
Laboratorio de investigación FIQ. Elaboración propia.

c. Densidad¹³. Para realizar determinaciones precisas de densidad de un líquido se pesó vacío un pequeño recipiente, llamado picnómetro o recipiente de densidad relativa, y luego se llenó con el aceite esencial de anís y se pesa de nuevo para conocer la masa del líquido. El volumen del picnómetro se obtuvo determinando la masa de agua que el picnómetro puede contener y luego multiplicando esta masa por la densidad del agua (que se invierte para que las unidades se cancelen). Para conocer la densidad se divide la masa del aceite esencial entre su volumen. La densidad relativa se obtiene simplemente dividiendo la densidad del aceite esencial entre la densidad del agua, que es exactamente 1 g/ml a 4 °C y se mantiene muy próxima a 1g/ml a temperaturas más altas.

¹³ BURNS RALPH A. **Fundamentos de Química**. Ciudad de México. Pearson Educación. Quinta edición. 2011.

$$\rho_{\text{aceite esencial}} = \frac{\text{masa}_{\text{aceite esencial}}}{\text{Volumen}_{\text{aceite esencial}}} \text{ g/ml}$$



Figura 11. Medición de la densidad.
Laboratorio de investigación FIQ.
Elaboración propia

d. **Viscosidad**¹⁴. Se determinó la viscosidad de aceite esencial de anís utilizando el método de Poiseuille a través del viscosímetro de Ostwald:

$$\eta = \frac{\pi \times \Delta p \times R^4 \times t}{8 \times L \times V};$$

Donde:

$$\Delta p = \rho \times g \times h$$

$$g = \text{gravedad} \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

$$\rho = \text{densidad} \left(\frac{\text{g}}{\text{ml}} \right)$$

h = diferencia de altura de líquido entre las ramas del viscosímetro (cm)

R = Radio del tubo capilar (cm)

t = Tiempo en el cual el líquido tarda en fluir de a hacia b (s)

l = longitud del capilar (cm)

¹⁴ Engel, R. Química Física. (2006) Madrid: Pearson Educación

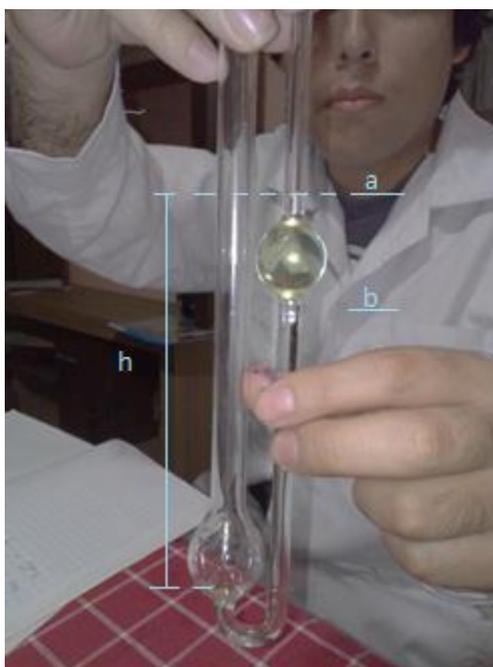


Figura 12. Medición de la viscosidad. Laboratorio de Investigación FIQ. Elaboración Propia

4.6.4 Evaluación de Análisis sensorial

Se realizó una evaluación de análisis basados en la apariencia, el color y el olor de los aceites obtenidos de los sistemas con arrastre con vapor convencional con fraccionamiento en simultaneo y uno convencional sin fraccionamiento con el propósito de evaluar las diferencias en la percepción de los panelistas acerca de su aceptación entre uno u otro sistema.

La evaluación se hizo a ciegas, es decir, los panelistas no tenían conocimiento sobre si las muestras pertenecían a uno u otro sistema de extracción, por lo que se presentó como indica la imagen.

IMÁGEN 4. 1 FICHA PARA EVALUACIÓN DEL PANEL DE OBSERVADORES



EVALUACION DE PANELISTAS

Estimado Panelista, la presente encuesta de percepcion tiene por objeto recoger informacion sobre evaluacion sensorial de muestras de aceite esencial de anis para un trabajo de investigacion que se esta realizando. Solicitamos que marque el casillero de acuerdo a su percepcion respecto a tres indicadores: olor, apariencia y color, atendiendo a la graduacion.

OLOR: 1: Casi imperceptible, 2: Ligera, 3: Media, 4: Alta, 5: Extrema
APARIENCIA: 1: Liquida, 2: Oleosa, 3: Turbia

IA		
OLOR	APARIENCIA	COLOR
1	1	Incoloro
2	2	blanco
3	3	pardo
4	otro:	Lig. amarillo
5		oscuro
Comentarios adicionales:		

IIB		
OLOR	APARIENCIA	COLOR
1	1	Incoloro
2	2	blanco
3	3	pardo
4	otro:	Lig. amarillo
5		oscuro
Comentarios adicionales:		

IIA		
OLOR	APARIENCIA	COLOR
1	1	Incoloro
2	2	blanco
3	3	pardo
4	otro:	Lig. amarillo
5		oscuro
Comentarios adicionales:		

IIIB		
OLOR	APARIENCIA	COLOR
1	1	Incoloro
2	2	blanco
3	3	pardo
4	otro:	Lig. amarillo
5		oscuro
Comentarios adicionales:		

IIIA		
OLOR	APARIENCIA	COLOR
1	1	Incoloro
2	2	blanco
3	3	pardo
4	otro:	Lig. amarillo
5		oscuro
Comentarios adicionales:		

IVB		
OLOR	APARIENCIA	COLOR
1	1	Incoloro
2	2	blanco
3	3	pardo
4	otro:	Lig. amarillo
5		oscuro
Comentarios adicionales:		

IVA		
OLOR	APARIENCIA	COLOR
1	1	Incoloro
2	2	blanco
3	3	pardo
4	otro:	Lig. amarillo
5		oscuro
Comentarios adicionales:		

IVB		
OLOR	APARIENCIA	COLOR
1	1	Incoloro
2	2	blanco
3	3	pardo
4	otro:	Lig. amarillo
5		oscuro
Comentarios adicionales:		

VA		
OLOR	APARIENCIA	COLOR
1	1	Incoloro
2	2	blanco
3	3	pardo
4	otro:	Lig. amarillo
5		oscuro
Comentarios adicionales:		

VB		
OLOR	APARIENCIA	COLOR
1	1	Incoloro
2	2	blanco
3	3	pardo
4	otro:	Lig. amarillo
5		oscuro
Comentarios adicionales:		

VIA		
OLOR	APARIENCIA	COLOR
1	1	Incoloro
2	2	blanco
3	3	pardo
4	otro:	Lig. amarillo
5		oscuro
Comentarios adicionales:		

VIB		
OLOR	APARIENCIA	COLOR
1	1	Incoloro
2	2	blanco
3	3	pardo
4	otro:	Lig. amarillo
5		oscuro
Comentarios adicionales:		

Figura 13. Ficha para evaluación del panel de observadores.

Elaboración propia

Tabla 9

Nomenclatura utilizada en la evaluación sensorial

Sist. De arrastre convencional	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
Sist. De arrastre convencional con fraccionamiento	IB	IIB	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB
Peso (gramos)	50	100	200	300	400	500	700

Elaboración Propia.

Los tubos fueron colocados en dos grupos y señalados con respecto a la anterior tabla como sigue a continuación:



Figura 14. Sistema de arrastre de vapor convencional. Laboratorio de investigación FIQ. Elaboración propia.



Figura 15. Sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento. Laboratorio de investigación FIQ.

Elaboración propia.



Figura 16. Aceite esencial de anís de comercial.
Elaboración propia.



Figura 17. Evaluación realizada en el laboratorio de medio ambiente. Laboratorio de medio ambiente. Inspectorate Services Perú. Elaboración propia.



Figura 18. Panel de observadores.
Laboratorio de medio ambiente. Inspectorate Services Perú.

V. RESULTADOS

5.1. Análisis estadístico para los volúmenes obtenidos

Se procesan los datos de acuerdo al diagrama estadístico para la mejor comprensión de los datos, el cual lo encontramos en anexos.

Análisis respecto al volumen de aceite esencial obtenido.

Considerando la nomenclatura:

SC: Volumen en el sistema de arrastre de vapor convencional.

CC: Volumen en el sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo.

Se tomaron mediciones con los siguientes pesos de semillas: de 50g, 100g, 200g, 300g, 400g, 500g, 600g, y 700 gramos. De los cuales se hicieron análisis estadísticos.

Se obtuvieron los valores por cada sistema como se detalla en la tabla a continuación:

Tabla 10

Volúmenes obtenidos en los sistemas de extracción

Volumen de aceite esencial de anís (ml)		
Peso (g)	Sistema de arrastre de vapor convencional	Sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo
50	0.6	0.6
	0.6	0.5
100	1.1	1.7
	1.2	1.8
200	1.7	2.5
	1.7	2.45
300	2.8	3.2
	2.9	3.25
400	6	5.7
	5.5	5.6
	5.5	5.5
	5.6	5.8
500	7.5	7.5
	7.6	7.7
	7.7	8.5
	7.7	8
600	7.2	7.8
	7.4	7.6
	7.7	7.8
	7.7	8
700	7.8	7.8
	7.7	8

Elaboración Propia.

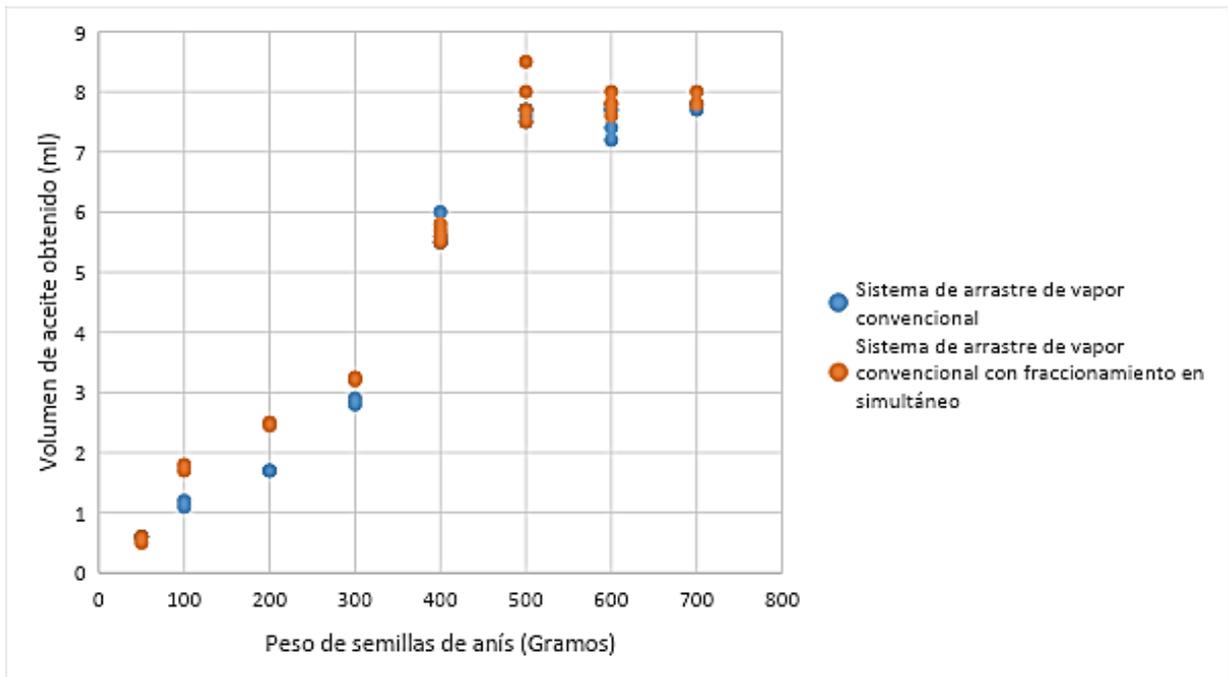


Figura 19. Representación gráfica de los volúmenes de aceite obtenidos.

Gráfico elaborado en el programa Excel. Elaboración propia.

Se realizó una comparación estadística con los resultados más importantes:

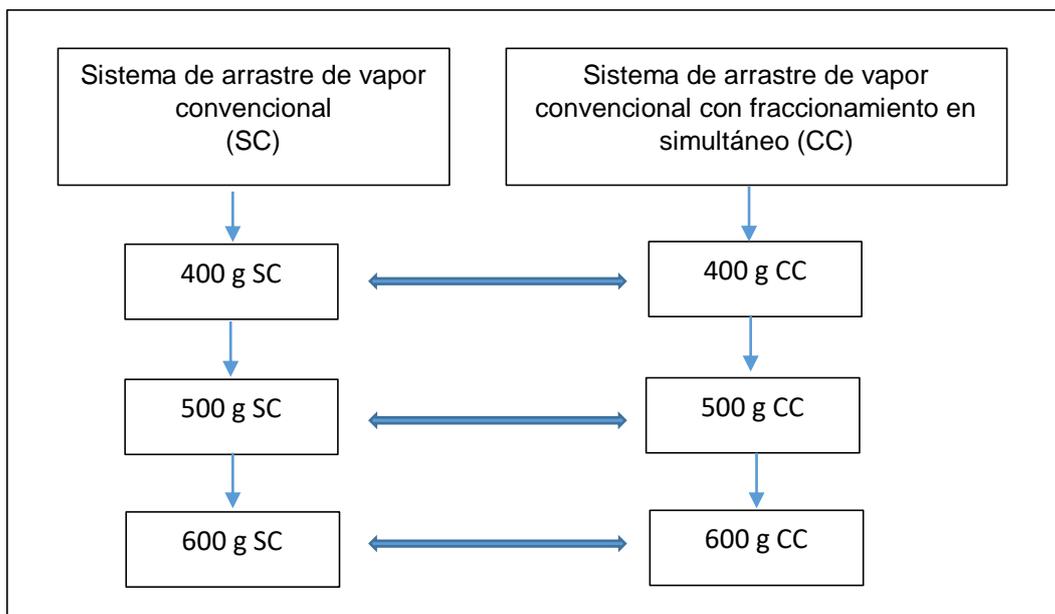


Figura 20. Resultados a tratar con las pruebas estadísticas.

Elaboración propia.

a) Análisis estadístico en los volúmenes de aceite esencial que se obtuvieron de 400 gramos en ambos sistemas de extracción:

Tabla 11
Volúmenes obtenidos en 400g de semillas de anís

Peso(g)	Volumen de aceite esencial de anís (ml)	
	Sistema de arrastre de vapor convencional	Sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo
400	6	5.7
	5.5	5.6
	5.5	5.5
	5.6	5.8

Elaboración propia.

Se revisó si los volúmenes de aceite esencial que se obtuvieron de 400g de semillas tienen puntos atípicos en el sistema de arrastre de vapor convencional:

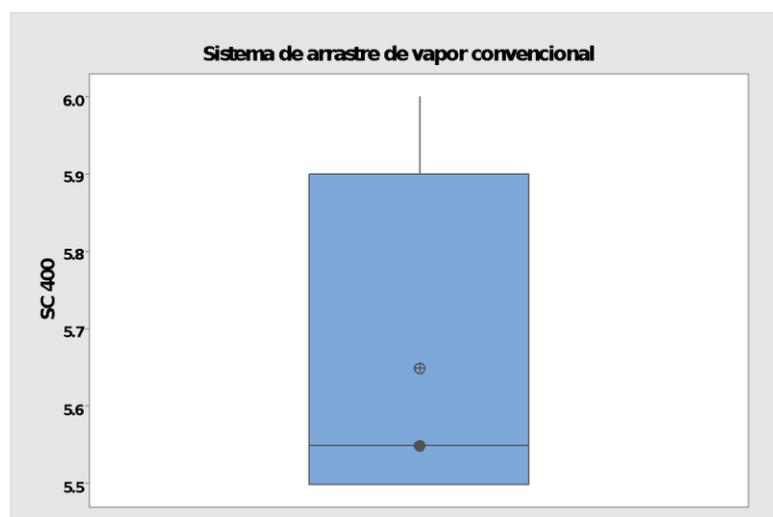


Figura 21. Diagrama de cajas para determinar puntos atípicos en volúmenes obtenidos de 400g de semillas en sistema de arrastre de vapor convencional.

Gráfico elaborado en el programa Minitab. Elaboración propia.

En la gráfica de cajas se demostró que no existen puntos atípicos en el conjunto de volúmenes obtenidos en un sistema de arrastre convencional utilizando 400g de semillas de anís.

Se revisó si los volúmenes de aceite esencial que se obtuvieron de 400g de semillas tienen puntos atípicos en el sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo:

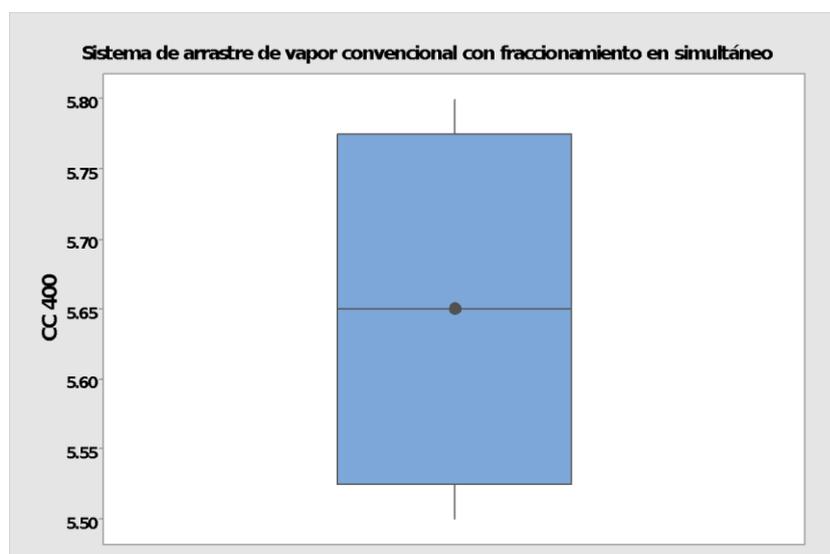


Figura 22. Diagrama de cajas para determinar puntos atípicos en volúmenes obtenidos de 400 g de semillas en sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento.

Gráfico elaborado en el programa Minitab. Elaboración propia.

Mediante la gráfica de cajas se demostró que no hay puntos atípicos en el sistema de arrastre con fraccionamiento en simultáneo usando 400 gr de semillas de anís.

Se revisó si los volúmenes de aceite esencial que se obtuvieron de 400g de semillas tiene distribución normal en el sistema de arrastre de vapor convencional. La prueba de Normalidad al 95% de confianza (nivel de significancia: $\alpha = 0.05$).

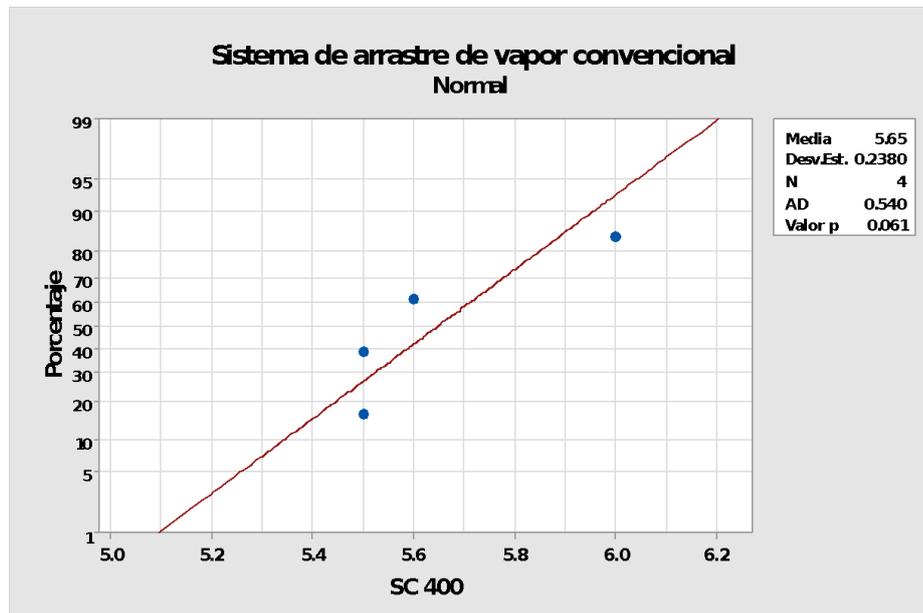


Figura 23. Diagrama de pruebas de normalidad en 400g de semillas en sistema de arrastre de vapor convencional. Gráfico elaborado en el programa Minitab. Elaboración propia.

Resultado de la evaluación de la prueba de normalidad de 400g de semillas en sistema de arrastre de vapor convencional:

Tabla 12

Conclusión de la prueba de normalidad en 400 g de semillas de anís en el sistema de arrastre de vapor convencional

Hipótesis de normalidad. ($\alpha=0.05$)	Normalidad
H0: Los datos provienen de una Dist. Normal	Como el valor del P-value es 0.061 es mayor a la significancia $\alpha= 0.05$.
HA: Los datos provienen de una Dist. No Normal	Conclusión: Se rechaza la hipótesis alterna y se aprueba la hipótesis nula, se aprueba la normalidad de los resultados.

Elaboración Propia.

Se analizó si los volúmenes de aceite esencial de anís que se obtuvieron de 400g de semillas de anís tenían distribución normal en el sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo.

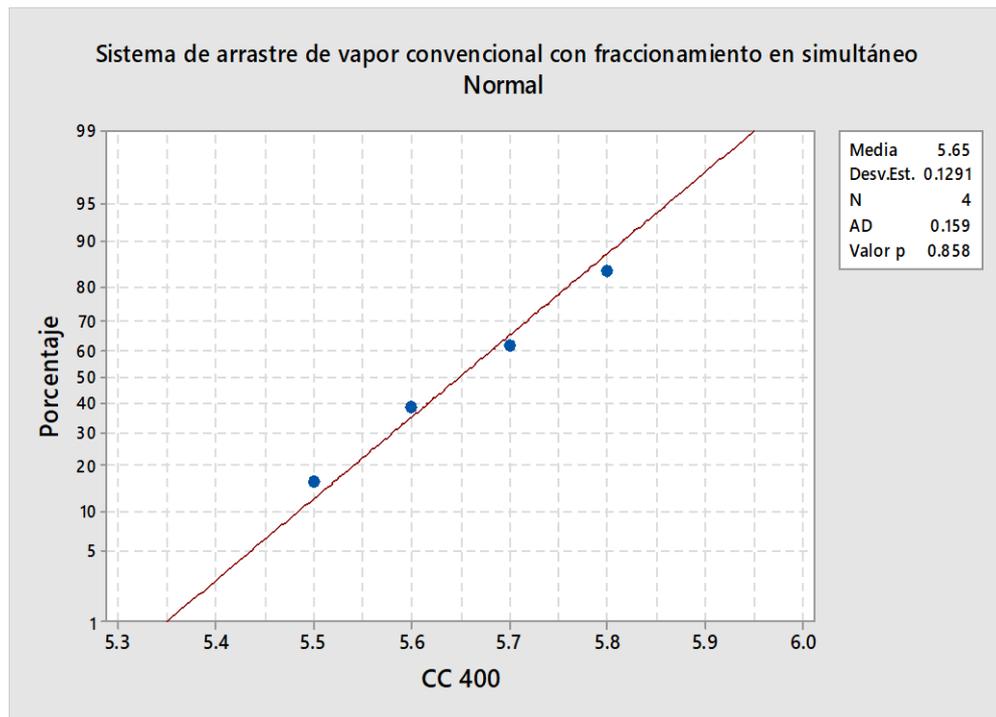


Figura 24. Diagrama de prueba de normalidad en 400g de semillas en sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo.

Gráfico elaborado en el programa Minitab.

Resultado de la evaluación de la prueba de normalidad de 400g de semillas en sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo:

Tabla 13

Conclusión de la prueba de normalidad de 400g de semillas en sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo

Hipótesis de normalidad. ($\alpha=0.05$)	Normalidad
H0: Los datos provienen de una Dist. Normal	Como el valor del P-value es 0.858 es mayor a la significancia $\alpha= 0.05$.
HA: Los datos provienen de una Dist. No Normal	Conclusión: Se rechaza la hipótesis alterna y se aprueba la hipótesis nula, se aprueba la normalidad de los resultados.

Elaboración propia.

Como ambos grupos tienen una distribución normal se realizó la Prueba T-student para dos grupos en ambos sistemas de extracción:

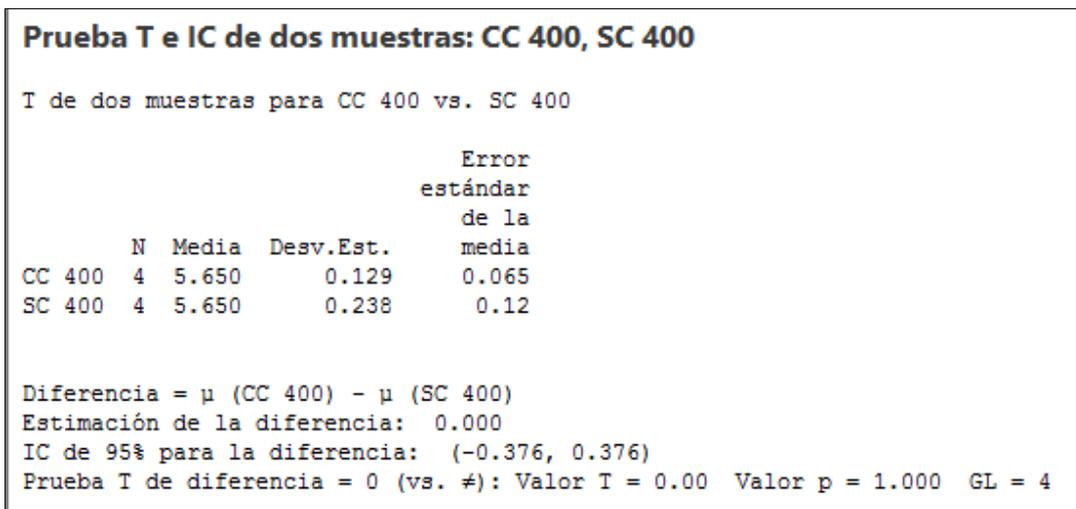


Figura 25. Prueba estadística t-student de diferencia de medias entre volúmenes de 400g en sistema convencional y sistema con fraccionamiento. Informe estadístico de Minitab según los datos ingresados.

Tabla 14

Conclusión de la prueba t-student de los volúmenes obtenidos de 400g en sistema convencional y sistema con fraccionamiento

Hipótesis de Diferencia de medias. ($\alpha=0.05$)	T-Student
H0: No existen diferencias significativas entre las medias	Como el valor del P-value = 1.00 es mayor a la significancia $\alpha= 0.05$.
HA: Existen diferencias significativas entre las medias	Conclusión: Se aprueba la hipótesis nula. No existen diferencias significativas entre medias. MEDIA 400g SC=5.65ml MEDIA 400g CC=5.65ml

Elaboración propia.

Ya que se aprobó la hipótesis nula se procedió a realizar la prueba de varianzas entre los volúmenes de ambos sistemas para saber cuan dispersos están los resultados. Esto se dio a través de la Prueba de Fisher puesto que ambos grupos tienen distribución normal.

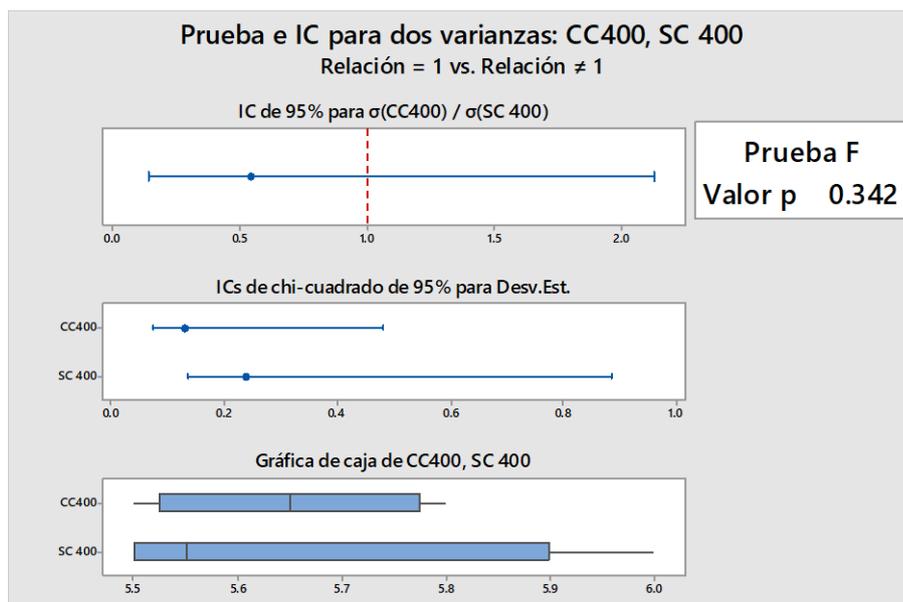


Figura 26. Prueba de igualdad de varianza de los volúmenes obtenidos de 400g en sistema de extracción convencional y sistema con fraccionamiento simultáneo.
Gráfico elaborado en el programa Minitab.

Tabla 15

Conclusión de la prueba de igualdad de varianza de los volúmenes obtenidos de 400g en sistema convencional y sistema con fraccionamiento

Hipótesis de igualdad de varianzas. ($\alpha=0.05$)	Igualdad de Varianza
H0: No Existen diferencias entre varianzas	Como el valor del P-value es 0.342 es mayor a la significancia $\alpha= 0.05$.
HA: Existen diferencias entre varianzas	Conclusión: Se aprueba hipótesis nula. No existen diferencias entre varianzas.

Conclusión general: Al cumplirse la hipótesis nula de la prueba T-Student y la hipótesis nula de la prueba de Igualdad de varianza se concluye que no existen diferencias significativas entre los volúmenes obtenidos en 400 g SC y 400 g CC.

Elaboración propia.

b) Análisis estadístico en los volúmenes de aceite esencial obtenidos de 500 gramos en ambos sistemas de extracción:

Tabla 16
Volúmenes obtenidos en 500g de semillas de anís

Volumen de aceite esencial de anís (ml)		
Peso (g)	Sistema de arrastre de vapor convencional	Sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo
500	7.5	7.5
	7.6	7.7
	7.7	8.5
	7.7	8

Elaboración propia.

De los volúmenes obtenidos no se encontraron puntos atípicos.

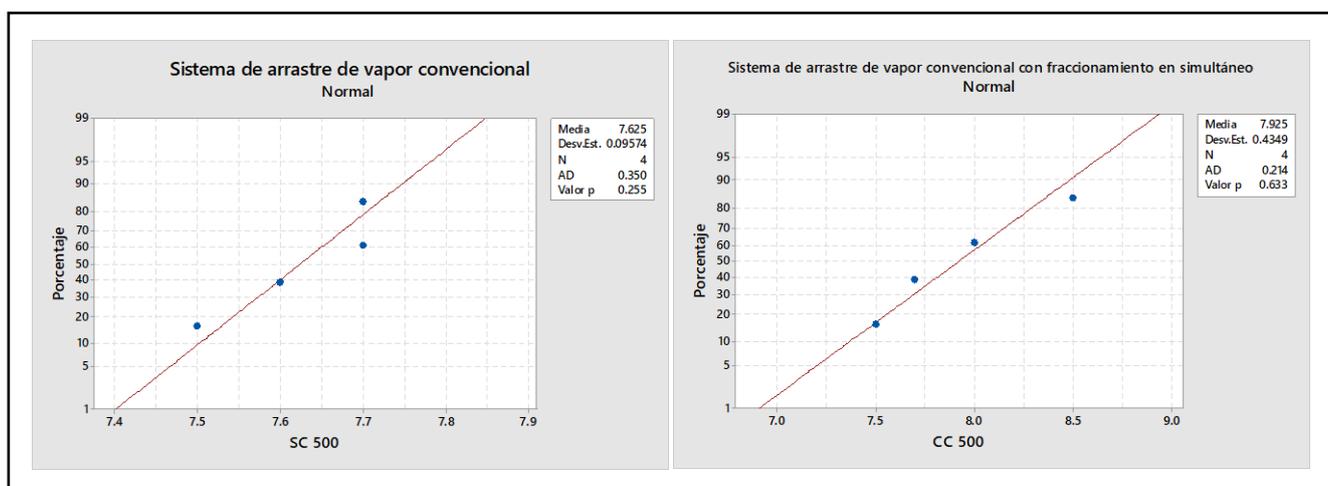


Figura 27. Prueba de normalidad para los volúmenes obtenidos de 500g de semillas en sistema de arrastre convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo.

Gráfico elaborado en el programa Minitab.

Como ambos grupos tienen una distribución normal se realizó la Prueba T-student para dos grupos en ambos sistemas de extracción:

Prueba T e IC de dos muestras: CC 500, SC 500				
T de dos muestras para CC 500 vs. SC 500				
				Error estándar de la media
	N	Media	Desv.Est.	
CC 500	4	7.925	0.435	0.22
SC 500	4	7.6250	0.0957	0.048
Diferencia = μ (CC 500) - μ (SC 500)				
Estimación de la diferencia: 0.300				
IC de 95% para la diferencia: (-0.409, 1.009)				
Prueba T de diferencia = 0 (vs. \neq): Valor T = 1.35 Valor p = 0.271 GL = 3				

Figura 28. Prueba t-student para los volúmenes obtenidos de 500g de semillas en sistema de arrastre convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo. Informe estadístico del programa Minitab. Elaboración propia.

A continuación un resumen de las pruebas estadísticas aplicadas en 500g en sistema convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo:

Tabla 17
Resumen de las pruebas estadísticas aplicadas en 500g en ambos sistemas

Tipo de prueba	Hipótesis estadística	P-valor	Conclusión
Normalidad 500g SC	H0: Los datos provienen de una Distribución Normal. HA: Los datos provienen de una Distribución No Normal.	0.255	P-valor mayor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se aprueba la hipótesis nula, Los datos tienen distribución normal.
Normalidad 500g CC	H0: Los datos provienen de una Distribución Normal. HA: Los datos provienen de una Distribución No Normal.	0.633	P-valor mayor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se aprueba la hipótesis nula, Los datos tienen distribución normal.

T-Student (2 grupos)	H0: No existen diferencias significativas entre las medias. HA: Existen diferencias significativas entre las medias.	0.271	P-valor mayor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se aprueba la hipótesis nula, No existen diferencias significativas en sus medias. MEDIA 500g SC= 7.625ml MEDIA 500g CC=7.925ml
Igualdad de varianza (2 grupos)	H0: No Existen diferencias entre varianzas. HA: Existen diferencias entre varianzas.	0.033	P-valor menor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se aprueba la hipótesis alterna, por lo cual hay diferencias significativas en sus medias.

Conclusión general: Al no cumplirse la condición de Igualdad de varianza concluimos que los volúmenes de 500g SC y 500g CC tienen diferencias significativas.

Elaboración propia.

c) Análisis estadístico en los volúmenes de aceite esencial de anís obtenidos de 600 gramos en ambos sistemas de extracción:

Tabla 18
Volúmenes obtenidos en 600g de semillas de anís

Peso (g)	Volumen de aceite esencial de anís (ml)	
	Sistema de arrastre de vapor convencional	Sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo
600	7.2	7.8
	7.4	7.6
	7.7	7.8
	7.7	8

Elaboración propia.

De los volúmenes obtenidos en 600 g de anís por el sistema convencional y con fraccionamiento no se encontraron puntos atípicos.

Se realizó la prueba de normalidad en el programa Minitab para saber si los volúmenes en ambos sistemas tienen distribución normal.

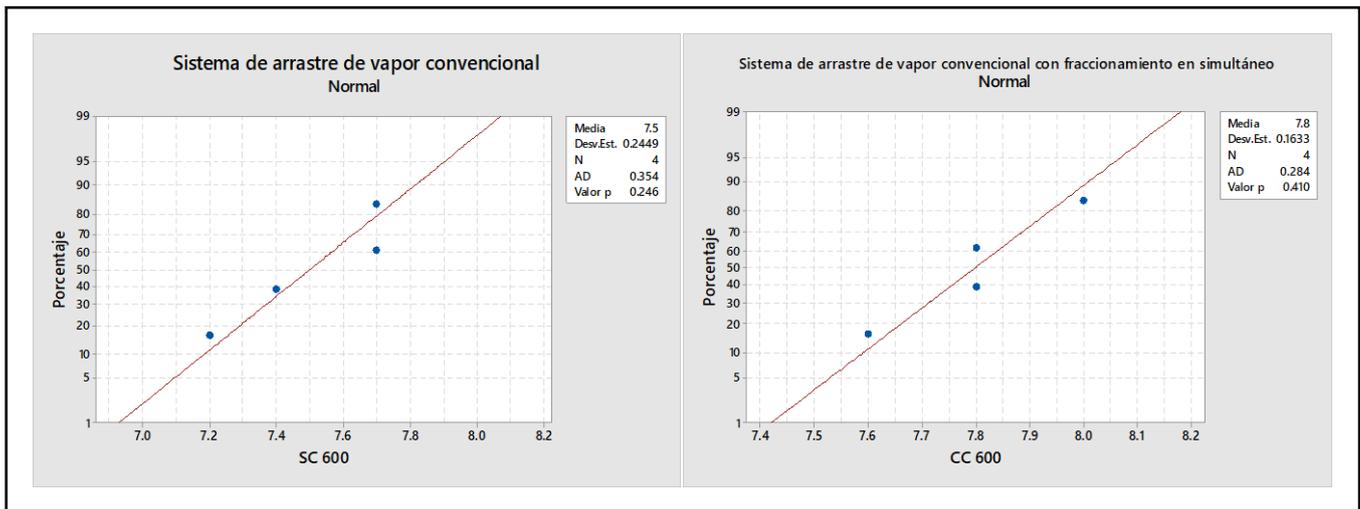


Figura 29. Prueba de normalidad de los volúmenes obtenidos en 600g de semillas de anís en sistema de arrastre convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo. Gráfico elaborado en el programa Minitab.

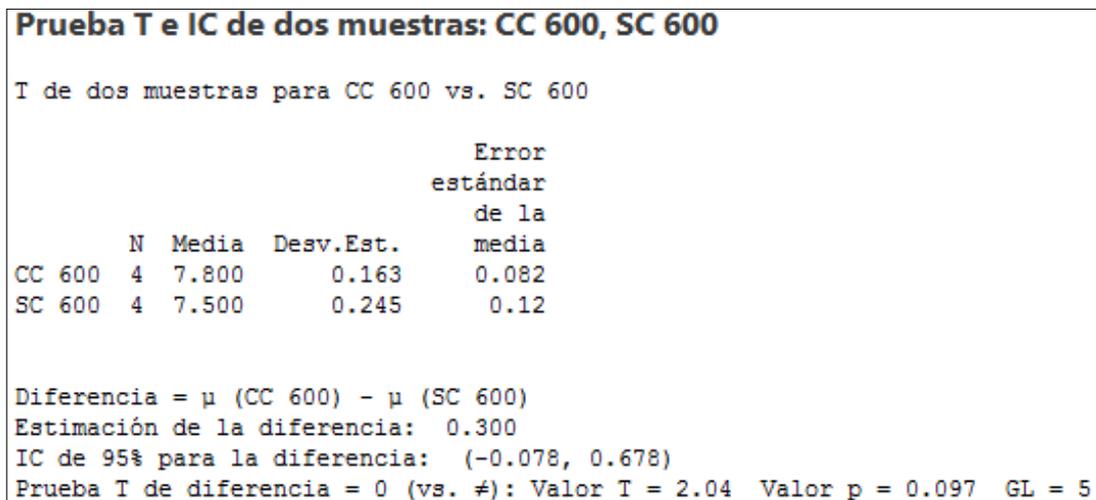


Figura 30. Prueba T-Student de los volúmenes obtenidos en 600g de semillas en sistema de arrastre convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo. Informe estadístico del programa Minitab.

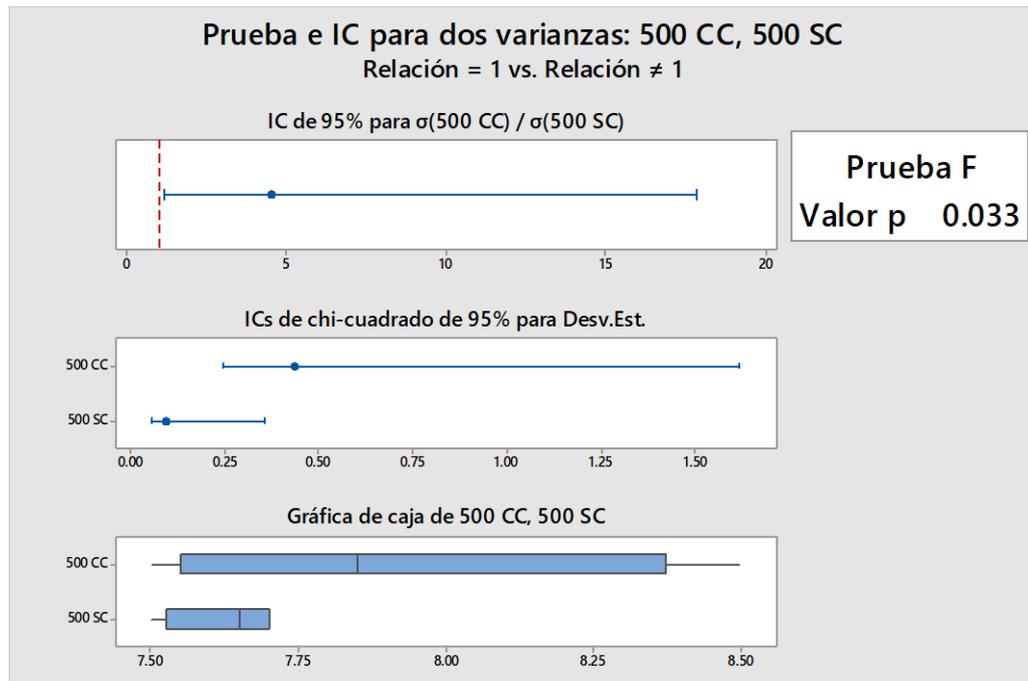


Figura 31. Prueba de igualdad de varianzas de los volúmenes obtenidos en 500g en sistema de arrastre convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo. Gráfico elaborado en el programa Minitab.

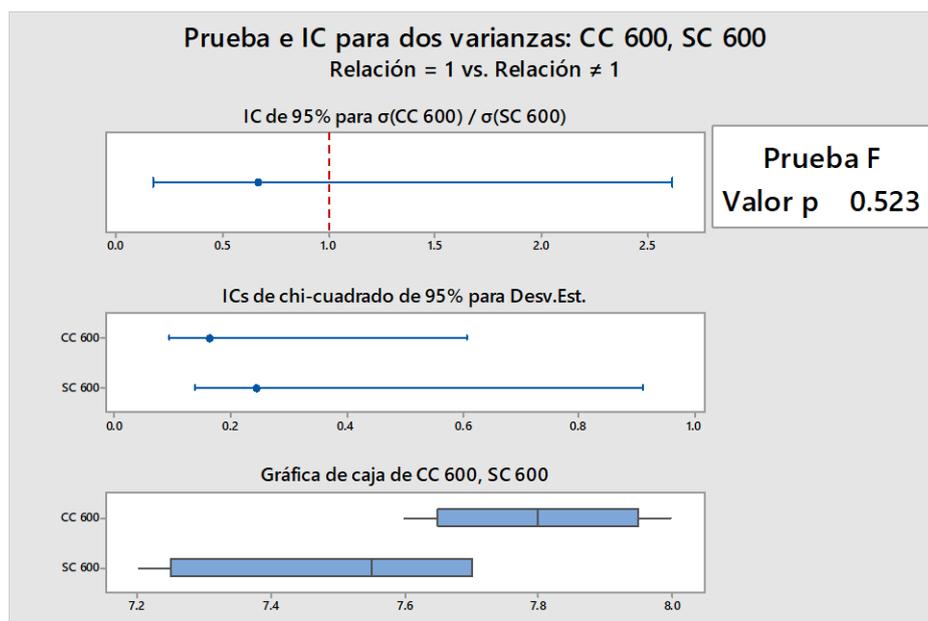


Figura 32. Prueba de igualdad de varianzas de los volúmenes obtenidos en 600g en sistema de arrastre convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo.

Gráfico elaborado en el programa Minitab.

Tabla 19

Resumen de las pruebas estadísticas aplicadas en 600g en sistema convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo

Tipo de prueba	Hipótesis estadística	P-valor	Conclusión
Normalidad 600g SC	H0: Los datos provienen de una Distribución Normal. HA: Los datos provienen de una Distribución No Normal.	0.246	P-valor mayor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se aprueba la hipótesis nula, Los datos tienen distribución normal.
Normalidad 600g CC	H0: Los datos provienen de una Distribución Normal. HA: Los datos provienen de una Distribución No Normal.	0.410	P-valor mayor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se aprueba la hipótesis nula, Los datos tienen distribución normal.
T-Student (2 grupos)	H0: No existen diferencias significativas entre las medias. HA: Existen diferencias significativas entre las medias.	0.097	P-valor mayor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se aprueba la hipótesis nula, No existen diferencias significativas en sus medias. MEDIA 600g SC=7.5 ml MEDIA 600g CC=7.8 ml
Igualdad de varianza (2 grupos)	H0: No Existen diferencias entre varianzas. HA: Existen diferencias entre varianzas.	0.523	P-valor mayor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se acepta la hipótesis nula. No existen diferencias significativas entre varianzas.

Conclusión general: Al cumplirse la hipótesis nula de la prueba T-Student y la hipótesis nula de la prueba de Igualdad de varianza se concluyó que no existen diferencias significativas entre los volúmenes obtenidos en 600 g SC y 600 g CC.

Elaboración propia.

Comparación entre los volúmenes obtenidos de los pesos de 400 g y 500 g en el sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo:

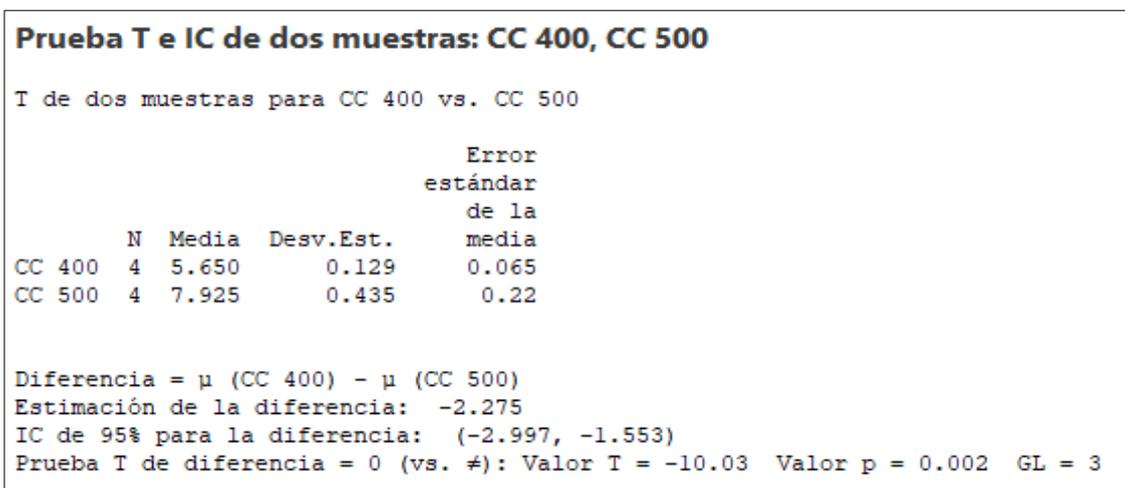


Figura 33. Prueba T-Student de los volúmenes obtenidos de 400g y 500g de semillas en el sistema con fraccionamiento en simultáneo. Informe estadístico del programa Minitab.

Tabla 20

Conclusión de la prueba T-Student de los volúmenes obtenidos entre 400g y 500g en sistema convencional con fraccionamiento en simultáneo

Hipótesis de Diferencia de medias. ($\alpha=0.05$)	T-Student
H0: No existen diferencias significativas entre las medias de 400g y 500g.	Como el valor del P-valor = 0.002 es menor a la significancia $\alpha= 0.05$. Conclusión:
HA: Existen diferencias significativas entre las medias de 400g y 500g.	Se aprueba la hipótesis Alterna. Existen diferencias significativas entre medias.
	MEDIA 400g CC= 5.65 ml MEDIA 500g CC= 7.925 ml

Conclusión general: Existen diferencias significativas entre las medias de los volúmenes siendo 5.65ml para el peso de 400g y 7.925ml para 500g, siendo este último un peso adecuado en el sistema con fraccionamiento en simultáneo.

Elaboración propia.

Al existir diferencias significativas en la prueba T-Student ya no es necesario continuar con la prueba de igualdad de varianza.

Comparación entre los volúmenes obtenidos de los pesos de 500 g y 600g en el sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo:

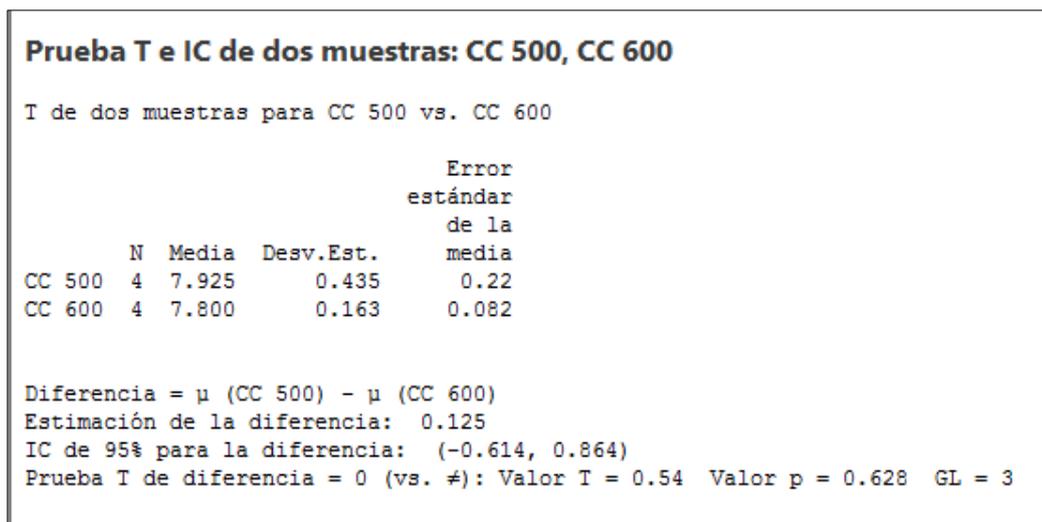


Figura 35. Prueba T-Student de los volúmenes obtenidos de 500g y 600g de semillas en sistema convencional con fraccionamiento en simultáneo. Informe estadístico del programa Minitab.

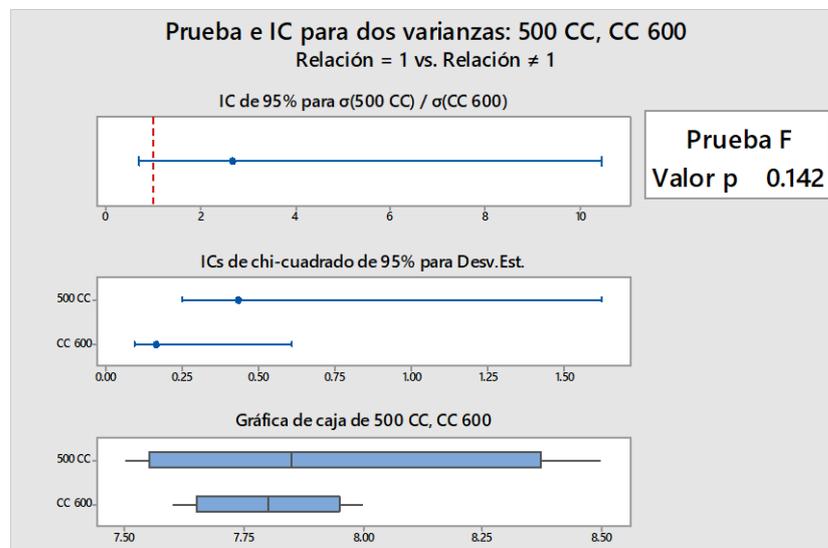


Figura 34. Prueba F de igualdad de varianza de los volúmenes obtenidos de 500g y 600g de semillas en sistema convencional con fraccionamiento en simultáneo. Gráfico elaborado en el programa Minitab.

Tabla 21

Resumen de las pruebas estadísticas aplicadas en 500g y 600g en sistema convencional con fraccionamiento en simultáneo

Tipo de prueba	Hipótesis estadística	P-valor	Conclusión
T-Student (2 grupos)	H0: No existen diferencias significativas entre las medias de 500g y 600g. HA: Existen diferencias significativas entre las medias de 500g y 600g.	0.628	P-valor mayor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se aprueba la hipótesis nula, No existen diferencias significativas en sus medias. MEDIA 500g CC=7.925 ml MEDIA 600g CC=7.80 ml
Igualdad de varianza (2 grupos)	H0: No Existen diferencias entre varianzas de 500g y 600g. HA: Existen diferencias entre varianzas de 500g y 600g.	0.142	P-valor mayor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se acepta la hipótesis nula. No existen diferencias significativas entre varianzas.

Conclusión general: Al cumplirse la hipótesis nula de la prueba T-Student y la hipótesis nula de la prueba de Igualdad de varianza se concluyó que no existen diferencias significativas entre los volúmenes obtenidos en 500 g y 600 g en el sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo.

Elaboración propia.

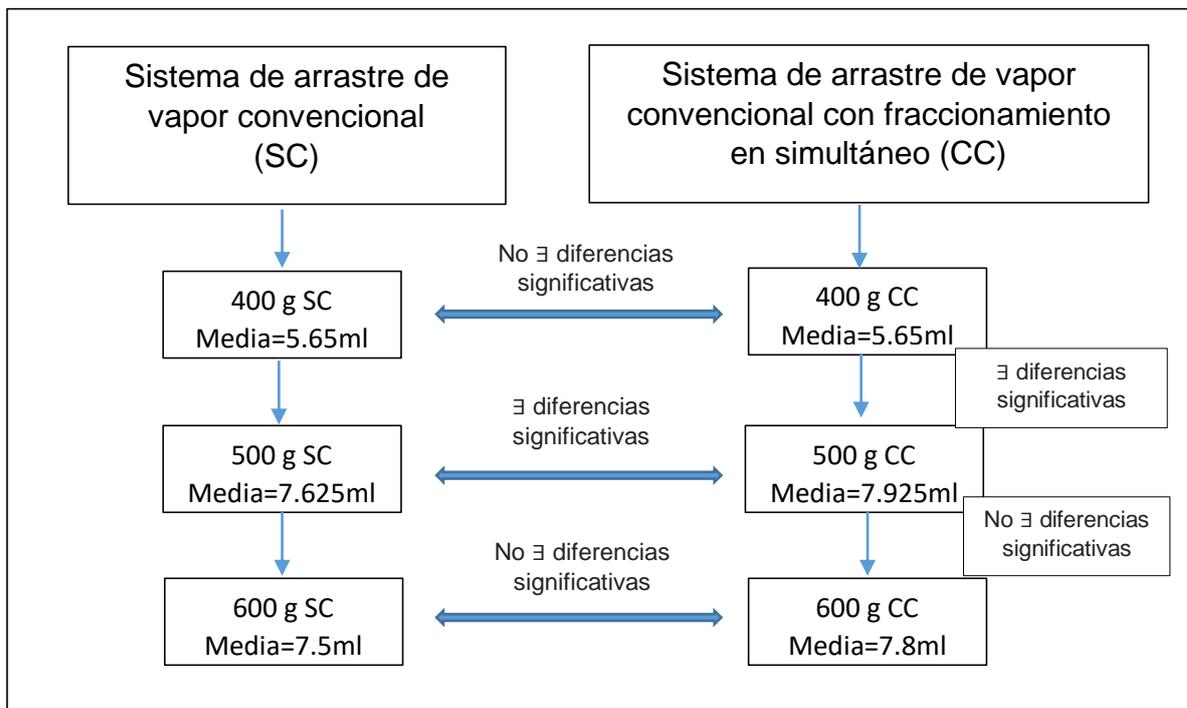


Figura 36. Resumen de los resultados de las pruebas estadísticas.

Elaboración propia.

Presentamos un cuadro resumen de las conclusiones de las pruebas estadísticas aplicada a los volúmenes, en donde concluimos que 500g es el peso ideal de semillas de anís para obtener aceite esencial en el sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo.

5.2. Análisis estadístico para los índices de refracción

Presentamos los índices de refracción obtenidos por los pesos de semillas de anís empleados para cada sistema de extracción

Considerando la nomenclatura:

In_SC: Índice de refracción en el sistema de arrastre de vapor convencional.

In_CC: Índice de refracción en el sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo.

Tabla 22

Índices de refracción obtenidos en cada sistema

Índices de refracción (20°C)		
Pesos de semillas de anís (g)	Sistema de arrastre de vapor convencional	Sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo
50	1.5522	1.55425
100	1.5525	1.5544
200	1.5535	1.5545
300	1.5545	1.5554
400	1.5548	1.5555
500	1.5551	1.5555
600	1.5551	1.5556
700	1.5551	1.5555

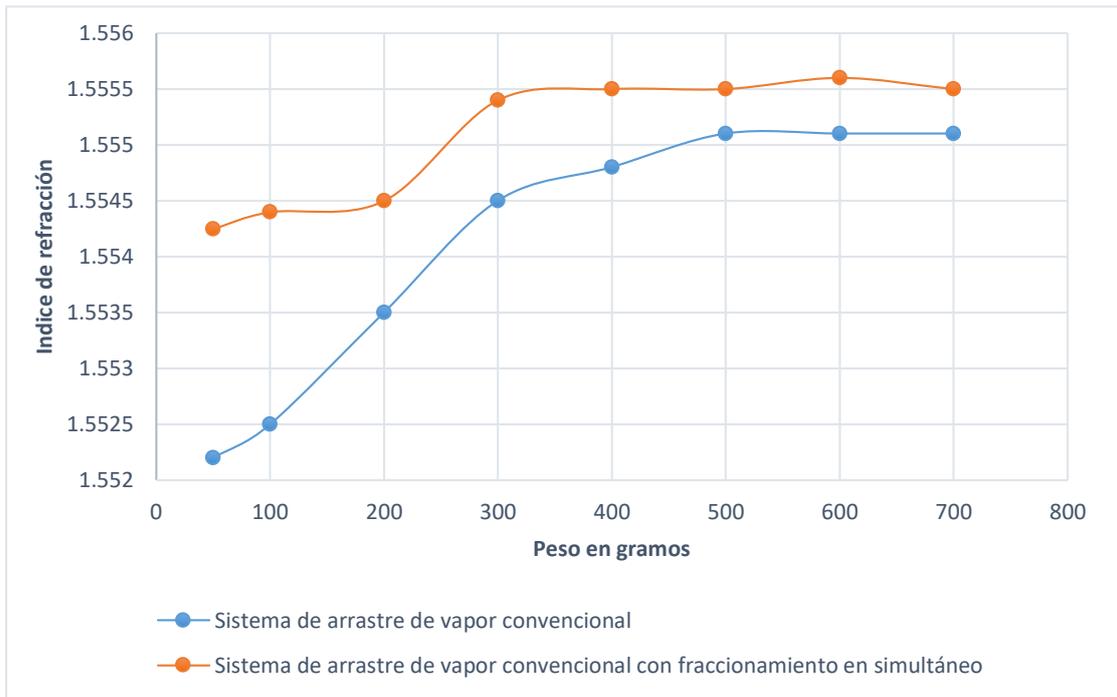


Figura 37. Representación de los índices de refracción en cada sistema de extracción. Gráfico elaborado en Excel. Elaboración propia.

Se verificó que tan diferentes son los resultados de índice de refracción del sistema de arrastre de vapor convencional con el sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo.

Para lo anterior se realizó la prueba de normalidad de ambos sistemas de extracción para determinar que pruebas estadísticas aplicaremos según la distribución que presenten.

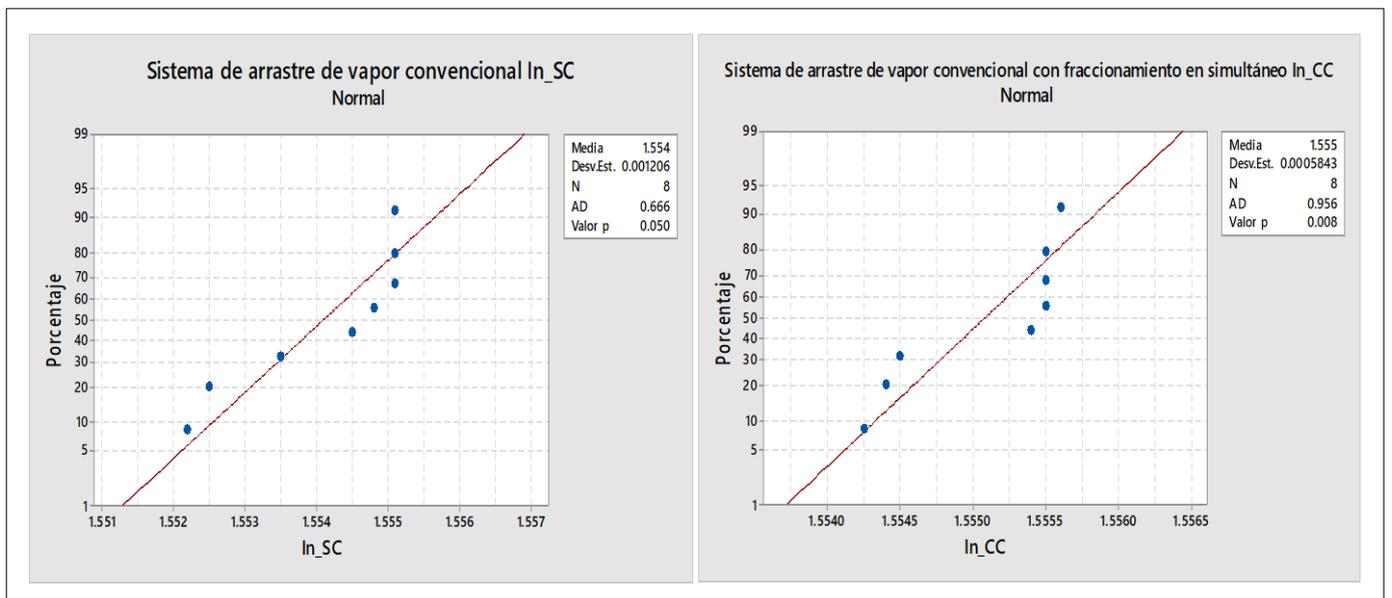


Figura 38. Prueba de normalidad de los índices de refracción de aceite esencial de anís obtenido en cada sistema de extracción. Gráfico elaborado en el programa Minitab. Elaboración propia.

Según la gráfica anterior se planteó si la distribución de los datos es normal o no normal de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 23

Resumen de la prueba de normalidad en el sistema convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo

Prueba de normalidad	Hipótesis estadística	P-valor	Conclusión
Sistema de arrastre de vapor convencional	H0: Los datos provienen de una Distribución Normal.	0.05	P-valor igual a $\alpha=0.05$
	HA: Los datos provienen de una Distribución No Normal.		Conclusión: Se aprueba la hipótesis nula. Los datos tienen distribución normal.
Sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo	H0: Los datos provienen de una Distribución Normal.	0.008	P-valor menor a $\alpha=0.05$
	HA: Los datos provienen de una Distribución No Normal.		Conclusión: Se aprueba la hipótesis alterna. Los datos tienen distribución No normal.

Elaboración propia.

Uno de los grupos no tiene distribución normal, por ello la prueba estadística aplicada fue la de Mann-Whitney para comparación entre medianas, resultado del cual dependió si se realizó o no el análisis de igualdad de varianza.

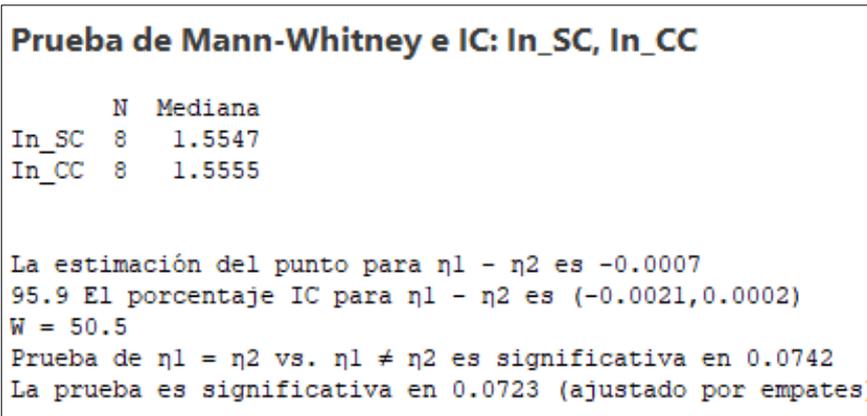


Figura 39. Prueba Mann Whitney de los índices de refracción obtenidos en sistemas de arrastre convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo.

Informe estadístico de Minitab según los datos ingresados.

Tabla 24

Conclusión de la prueba mann-whitney de índices de refracción obtenidos en el sistema convencional y sistema con fraccionamiento

Hipótesis de Diferencia de medianas ($\alpha=0.05$)	Prueba Mann-Whitney
H0: No existen diferencias significativas entre las medianas.	Como el valor del Valor-P = 0.0723 es mayor a la significancia $\alpha= 0.05$.
HA: Existen diferencias significativas entre las medianas.	Conclusión: Se aprueba la hipótesis nula. No existen diferencias significativas entre medianas al 95% de confianza.
	MEDIANA In_SC=1.5547 MEDIANA In_CC=1.5555

Elaboración propia.

Al aprobarse la hipótesis nula en la prueba Mann-Whitney permitió usar la prueba de igualdad de varianza que en este caso fue la Prueba de Levene.

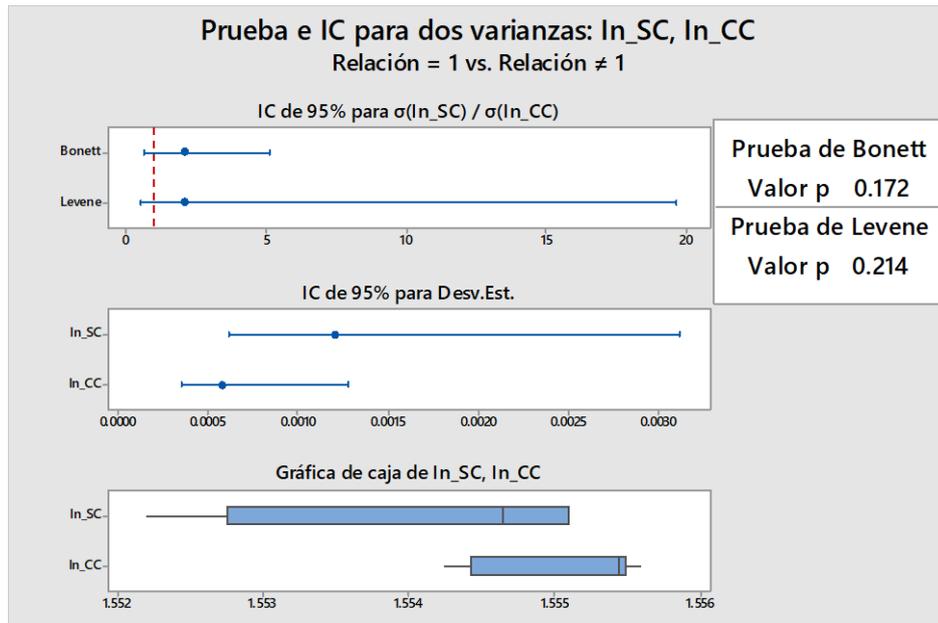


Figura 40. Prueba de igualdad de varianza del índice de refracción en sistemas de extracción convencional y sistema con fraccionamiento simultáneo. Elaborado en el programa Minitab.

Tabla 25

Conclusión de la prueba de igualdad de varianza de los índice de refracción en sistemas de extracción convencional y sistema con fraccionamiento simultáneo

Hipótesis de igualdad de varianzas. ($\alpha=0.05$)	Igualdad de Varianza
H0: No Existen diferencias entre varianzas	Valor-P es 0.214 es mayor a la significancia $\alpha= 0.05$.
HA: Existen diferencias entre varianzas	Conclusión: Se aprueba hipótesis nula. No existen diferencias significativas entre varianzas.

Conclusión general: Al cumplirse la hipótesis nula de la prueba Mann-Whitney y la hipótesis nula de la prueba de Igualdad de varianza de Levene se concluyó que no existen diferencias significativas entre el índice de refracción del sistema convencional y el sistema con fraccionamiento en simultáneo.

Elaboración propia.

Se verificó los índices de refracción de cada sistema en los pesos más representativos en cuanto a volumen obtenido.

- a) Análisis de los índices de refracción en los aceites obtenidos de 400g de semillas para cada sistema.

Tabla 26
Índices de refracción obtenidos en cada sistema usando 400g de semillas de anís

Índice de refracción de aceite esencial de anís		
Peso (g)	Sistema de arrastre de vapor convencional	Sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo
400	1.5548	1.5555
	1.5545	1.5556
	1.5555	1.5555
	1.5545	1.5555

Elaboración propia.

Observación: Los índices de refracción del peso de 400 gramos no tienen puntos atípicos.

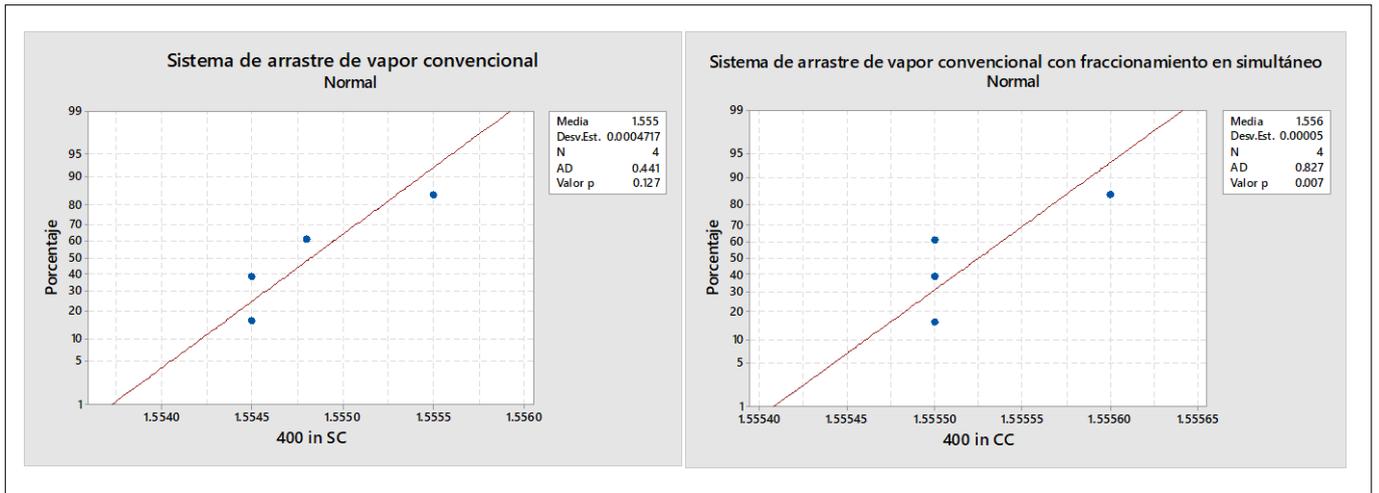


Figura 42. Prueba de normalidad de los índices de refracción obtenidos de 400g de semillas en cada sistema de extracción. Gráfico elaborado en el programa Minitab.

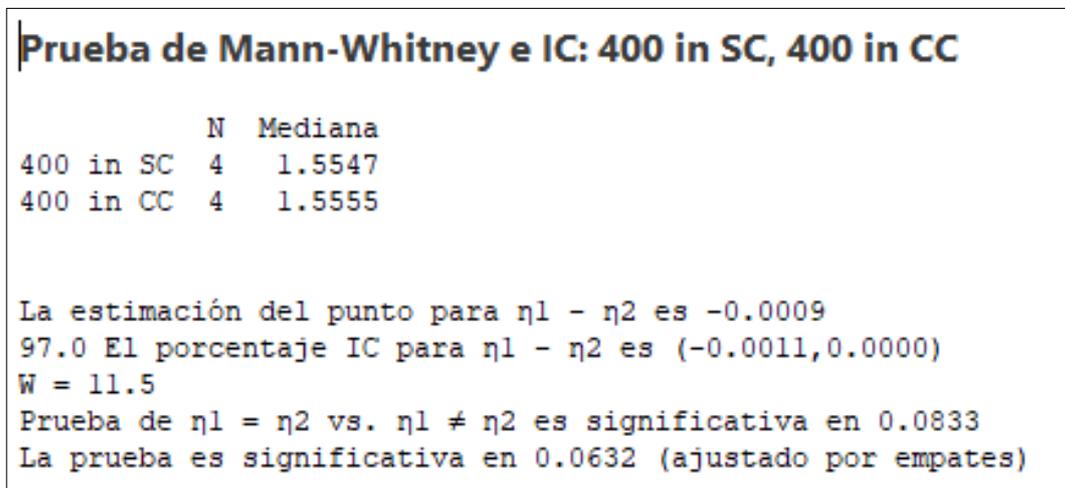


Figura 41. Prueba Mann Whitney de los índices de refracción obtenidos en sistemas de arrastre convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo. Informe estadístico de Minitab según los datos ingresados.

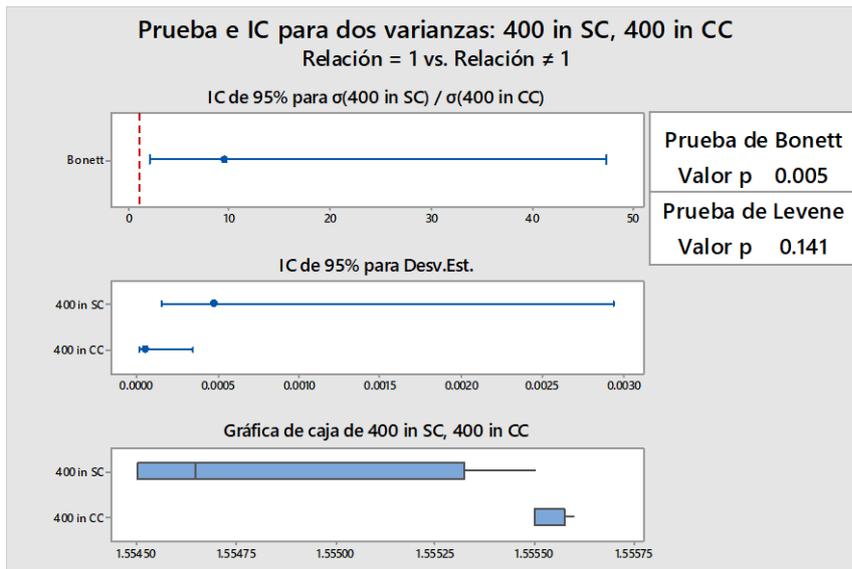


Figura 43. Prueba de igualdad de varianza del índice de refracción en 400 g de semillas de anís para cada sistema de extracción. Elaborado en el programa Minitab.

Tabla 27

Resumen de las pruebas estadísticas aplicadas en 400g en sistema convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo

Tipo de prueba	Hipótesis estadística	P-valor	Conclusión
Normalidad 400g SC	H0: Los datos provienen de una Distribución Normal. HA: Los datos provienen de una Distribución No Normal.	0.127	P-valor mayor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se aprueba la hipótesis nula, Los datos tienen distribución normal.
Normalidad 400g CC	H0: Los datos provienen de una Distribución Normal. HA: Los datos provienen de una Distribución No Normal.	0.007	P-valor menor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se aprueba la hipótesis alterna, Los datos tienen distribución No normal.
Mann-Whitney	H0: No existen diferencias significativas entre las medianas. HA: Existen diferencias significativas entre las medianas.	0.632	P-valor mayor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se aprueba la hipótesis nula, No existen diferencias significativas en sus medianas. MEDIANA 400g In_SC=1.5547 MEDIANA 400g In_CC=1.5555
Igualdad de varianza (2 grupos) Levene	H0: No Existen diferencias entre varianzas. HA: Existen diferencias entre varianzas.	0.141	P-valor mayor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se acepta la hipótesis nula. No existen diferencias significativas entre varianzas.

Conclusión general: Al cumplirse la hipótesis nula de la prueba Mann-Whitney y la hipótesis nula de la prueba de Igualdad de varianza de Levene se concluye que no existen diferencias significativas entre los índices de refracción obtenidos en 400 g SC y 400 g CC.

Elaboración propia.

- b) Análisis en de los índices de refracción en los aceites obtenidos de 500 g de semillas para cada sistema de extracción.

Tabla 28
Índices de refracción obtenidos en cada sistema usando 500g de semillas de anís

Índice de refracción de aceite esencial de anís		
Peso (g)	Sistema de arrastre de vapor convencional	Sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo
500	1.5555	1.5550
	1.5550	1.5560
	1.5555	1.5555
	1.5545	1.5556

Elaboración propia.

Los índices de refracción del peso de 500 gramos no tienen puntos atípicos.

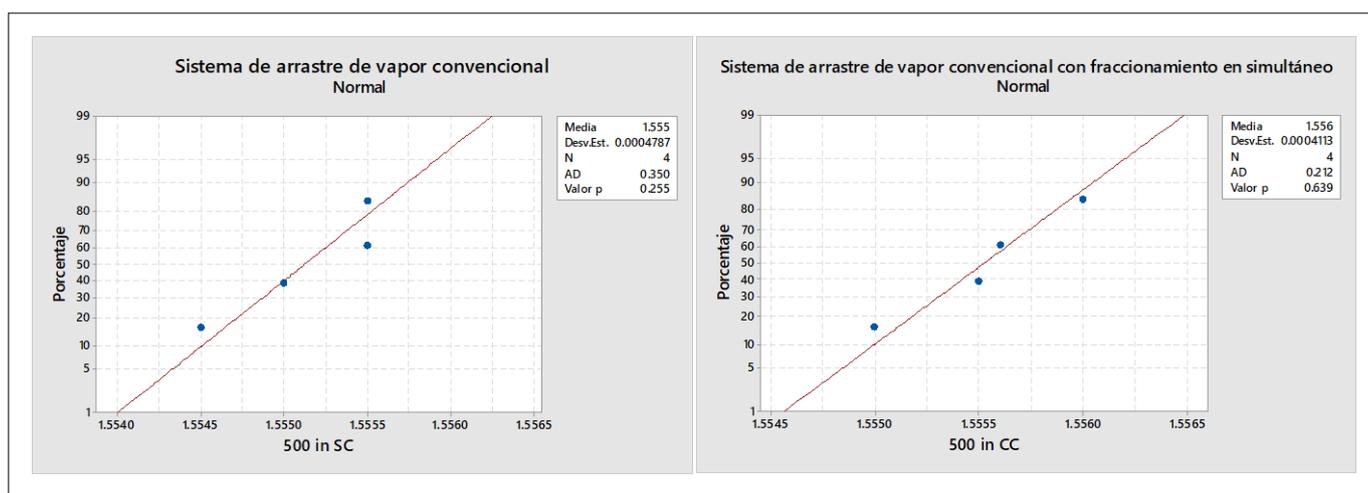


Figura 44. Prueba de normalidad de los índices de refracción obtenidos de 500g de semillas en cada sistema de extracción. Elaborado en el programa Minitab.

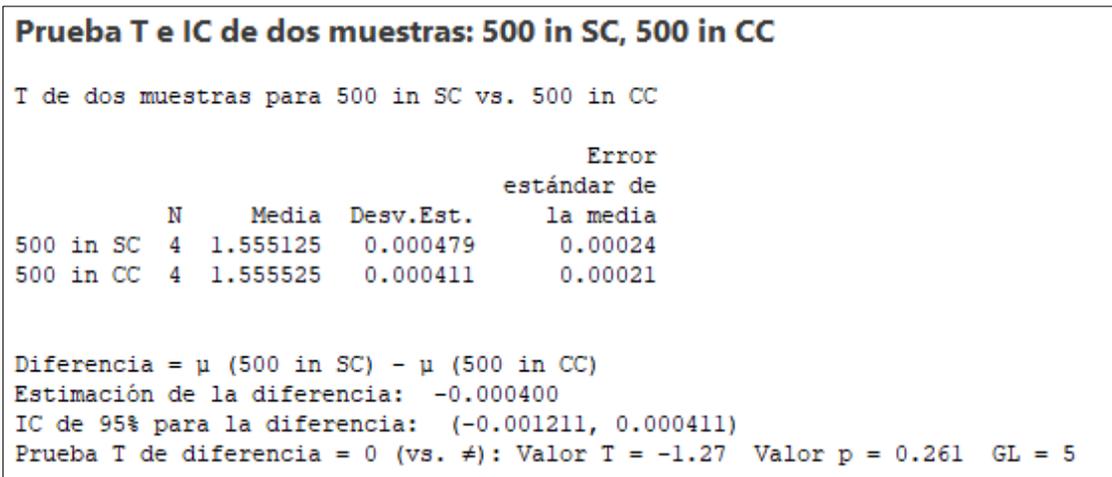


Figura 45. Prueba T-Student de los índices de refracción obtenidos de 500g de semillas en sistema de arrastre convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo. Informe estadístico de Minitab según los datos ingresados.

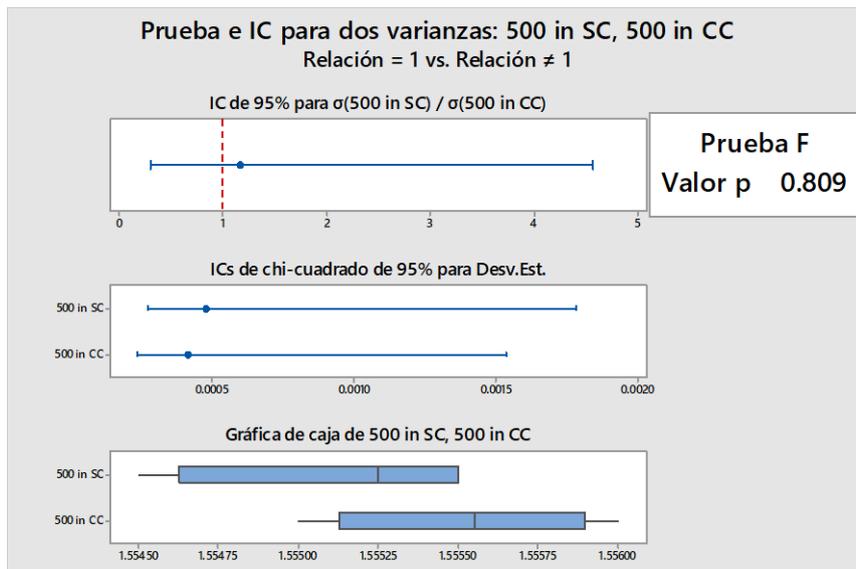


Figura 46. Prueba de igualdad de varianza del índice de refracción en 500 g de semillas de anís para cada sistema de extracción. Elaborado en el programa Minitab.

Tabla 29

Resumen de las pruebas estadísticas aplicadas en 500g en sistema convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo

Tipo de prueba	Hipótesis estadística	P-valor	Conclusión
Normalidad 500g SC	H0: Los datos provienen de una Distribución Normal.	0.255	P-valor mayor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se aprueba la hipótesis nula, Los datos tienen distribución normal.
	HA: Los datos provienen de una Distribución No Normal.		
Normalidad 500g CC	H0: Los datos provienen de una Distribución Normal.	0.639	P-valor mayor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se aprueba la hipótesis nula, Los datos tienen distribución normal.
	HA: Los datos provienen de una Distribución No Normal.		
T-Student (2 grupos)	H0: No existen diferencias significativas entre las medias.	0.261	P-valor mayor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se aprueba la hipótesis nula, No existen diferencias significativas en sus medias. MEDIA 500g In_SC=1.55512 MEDIA 500g In_CC=1.55552
	HA: Existen diferencias significativas entre las medias.		
Igualdad de varianza (2 grupos) Prueba F	H0: No Existen diferencias entre varianzas.	0.809	P-valor menor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se aprueba la hipótesis nula, por lo cual no hay diferencias significativas entre varianzas.
	HA: Existen diferencias entre varianzas.		

Conclusión general: Al cumplirse la hipótesis nula de la prueba T-Student y la hipótesis nula de la prueba de Igualdad de varianza se concluye que no existen diferencias significativas entre el índice de refracción obtenidos en 500 g SC y 500 g CC.

Elaboración propia.

- c)** Análisis de los índices de refracción en los aceites obtenidos de 600g de semillas para cada sistema de extracción.

Tabla 30

Índices de refracción obtenidos en cada sistema usando 600g de semillas de anís

Índice de refracción de aceite esencial de anís		
Peso (g)	Sistema de arrastre de vapor convencional	Sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo
600	1.5544	1.5555
	1.5554	1.5555
	1.5554	1.5560
	1.5553	1.5555

Elaboración propia.

Los índices de refracción del peso de 600 gramos no tienen puntos atípicos.

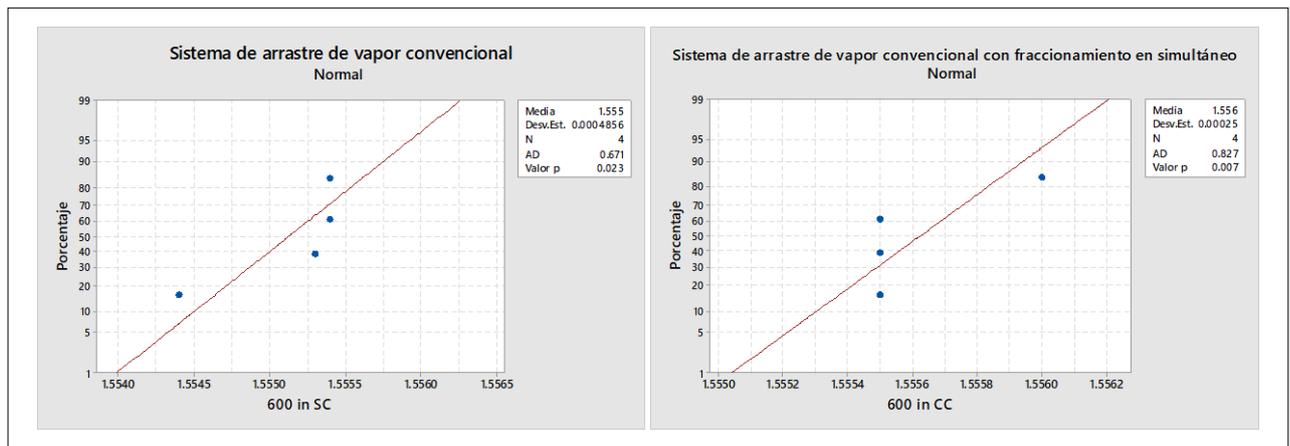


Figura 47. Prueba de normalidad de los índices de refracción obtenidos de 600g de semillas en cada sistema de extracción. Gráfico elaborado en el programa Minitab. Elaboración propia.

Prueba de Mann-Whitney e IC: 600 in SC, 600 in CC

	N	Mediana
600 in SC	4	1.5553
600 in CC	4	1.5555

La estimación del punto para $\eta_1 - \eta_2$ es -0.0002
 97.0 El porcentaje IC para $\eta_1 - \eta_2$ es (-0.0016,-0.0001)
 W = 10.0
 Prueba de $\eta_1 = \eta_2$ vs. $\eta_1 \neq \eta_2$ es significativa en 0.0304
 La prueba es significativa en 0.0256 (ajustado por empates)

Figura 48. Prueba Mann-Whitney de los índices de refracción obtenidos de 600g de semillas en cada sistema de extracción.

Informe estadístico de Minitab según los datos ingresados. Elaboración propia.

Tabla 31

Resumen de las pruebas estadísticas aplicadas en 600g en sistema convencional y sistema con fraccionamiento en simultáneo

Tipo de prueba	Hipótesis estadística	P-valor	Conclusión
Normalidad 600g SC	H0: Los datos provienen de una Distribución Normal. HA: Los datos provienen de una Distribución No Normal.	0.023	P-valor menor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se aprueba la hipótesis alterna, Los datos tienen distribución No normal.
Normalidad 600g CC	H0: Los datos provienen de una Distribución Normal. HA: Los datos provienen de una Distribución No Normal.	0.007	P-valor menor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se aprueba la hipótesis alterna, Los datos tienen distribución No normal.
Mann-Whitney	H0: No existen diferencias significativas entre las medianas. HA: Existen diferencias significativas entre las medianas.	0.0256	P-valor menor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se aprueba la hipótesis alterna. Existen diferencias significativas en sus medianas. MEDIANA 600g In_SC=1.5553 MEDIANA 600g In_CC=1.5555

Conclusión general: Al cumplirse la hipótesis alterna de la prueba Mann-Whitney se concluye que existen diferencias significativas entre el índice de refracción obtenidos en 600 g SC y 600 g CC.

Elaboración propia.

Se realizó una comparación entre los grupos de 500g y 600g que poseen los mejores índices y pertenecen al sistema con columna de refracción en simultáneo.

Tabla 32
Índices de refracción en los pesos de 500g y 600g en el sistema con fraccionamiento en simultáneo

Peso (g)	Sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo
500	1.555
	1.556
	1.5555
	1.5556
600	1.5555
	1.5555
	1.556
	1.5555

Elaboración propia.

Se utilizó la prueba de Mann-Whitney debido a que el grupo de índices de refracción que provienen de 500g tienen una distribución normal pero el grupo que proviene de 600g tiene una distribución no normal en el sistema de fraccionamiento en simultáneo.

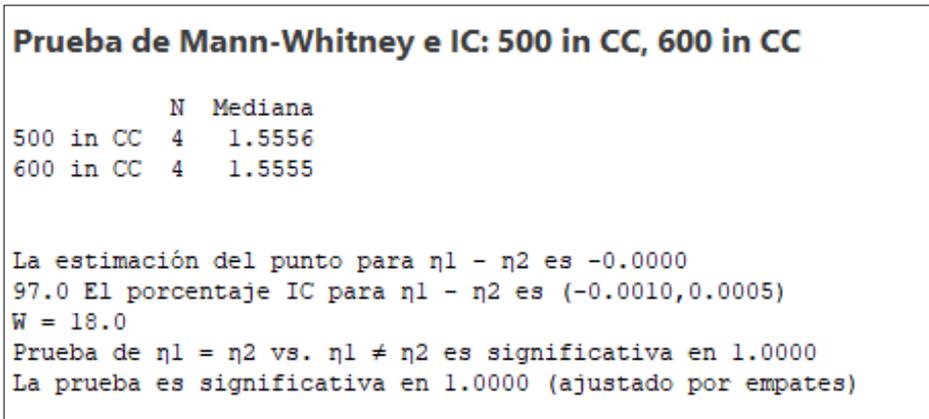


Figura 50. Prueba Mann-Whitney de los índices de refracción obtenidos de 500g y 600g de semillas en sistema de extracción con fraccionamiento en simultáneo. Informe elaborado en Minitab. Elaboración propia.

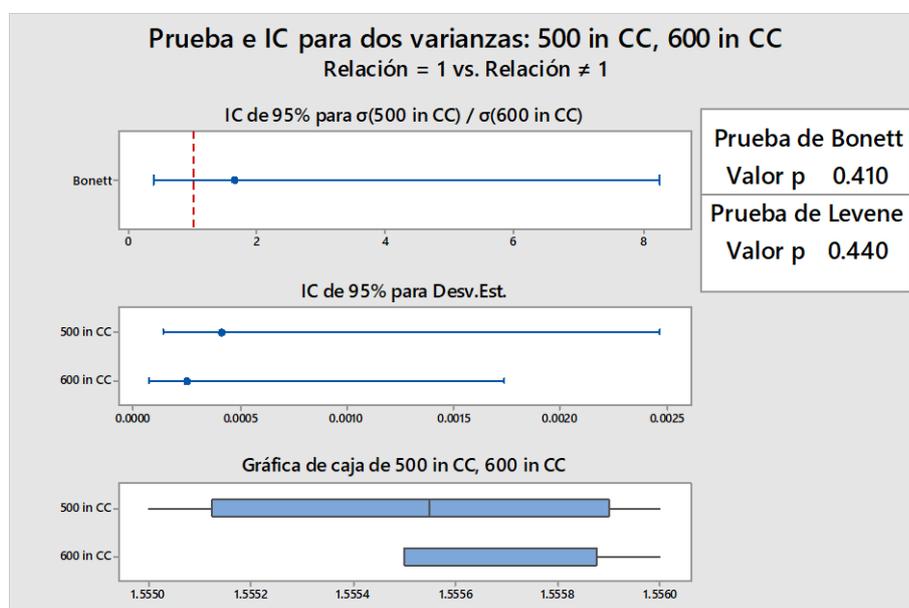


Figura 49. Prueba de igualdad de varianza de los índices de refracción en 500g y 600g de semillas en sistema de extracción con fraccionamiento en simultáneo.

Elaborado en el programa Minitab.

Tabla 33

Resumen de las pruebas estadísticas de los índices de refracción en 500 g y 600g de semillas en sistema de extracción con fraccionamiento en simultáneo

Tipo de prueba	Hipótesis estadística	P-valor	Conclusión
Mann-Whitney	H0: No existen diferencias significativas entre las medianas. HA: Existen diferencias significativas entre las medianas.	1.000	P-valor mayor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se aprueba la hipótesis nula, No existen diferencias significativas en sus medianas. MEDIANA 500g In_CC=1.5556 MEDIANA 600g In_CC=1.5555
Igualdad de varianza (2 grupos) Levene	H0: No Existen diferencias entre varianzas. HA: Existen diferencias entre varianzas.	0.440	P-valor mayor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se aprueba la hipótesis nula, por lo cual no hay diferencias significativas entre varianzas.

Conclusión general: Al cumplirse la hipótesis nula de la prueba Mann-Whitney y la hipótesis nula de la prueba de Igualdad de varianza de Levene. Se concluye que no existen diferencias significativas entre los índice de refracción obtenidos en 500 g CC y 600 g CC.

Elaboración propia.

Esta última conclusión nos garantiza trabajar con 500g de semillas de anís en el sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento simultáneo por tener un alto índice de refracción y también un alto volumen.

Se realizaron comparaciones de índice de refracción de aceite esencial obtenido de 500g de semillas en el sistema de extracción por arrastre de vapor con fraccionamiento en simultáneo con el índice de refracción del aceite esencial extraído de nuestras semillas por una

empresa dedicada al rubro de aceites esenciales y un aceite esencial de anís de una marca reconocida en el mercado de aceites esenciales.

Tabla 34
Índices de refracción obtenidos en cada sistema usando 500g de semillas de anís

Índice de refracción de aceite esencial de anís				
Peso (g)	Sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo.		Aceite extraído de nuestras semillas por una empresa dedicada	Adquirido de una marca reconocida de aceites esenciales
500	1.5550	Media	1.562	1.523
	1.5560			
	1.5555	1.55553		
	1.5556			

Elaboración propia.

Se comparó los resultados con el rango de índice de refracción de acuerdo a INACAL con el aceite esencial de anís obteniéndose lo siguiente:

Tabla 35
Norma de identificación del anetol respecto al índice de refracción

Características	Norma INACAL
Índice de refracción a 20°C	1,552 – 1,559

Norma técnica peruana de INACAL.

Se observó que el valor promedio de los índices de refracción obtenidos en el sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo es 1.55553, y este pertenece al intervalo que valida INACAL como índice de refracción para un aceite esencial de anís.

5.3. Análisis estadístico para la densidad

Se presentó las densidades obtenidas por los pesos más representativos de semillas de anís empleados para cada sistema de extracción.

Considerando la nomenclatura:

DENSIDAD SC: Densidad en el sistema de arrastre de vapor convencional.

DENSIDAD CC: Densidad en el sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo.

Tabla 36
Densidades obtenidas en cada sistema

Densidad (g/ml)		
Peso (g)	Sistema de arrastre de vapor convencional	Sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo
400	0.983	0.9911
	0.983	0.9897
500	0.987	0.983
	0.989	0.983
	0.989	0.983
600	0.989	0.983
	0.9911	0.983

Elaboración propia.

Se realizó las pruebas estadísticas pertinentes a ambos sistemas de extracción independientemente de los pesos debido a que los datos presentan en su mayoría similitudes

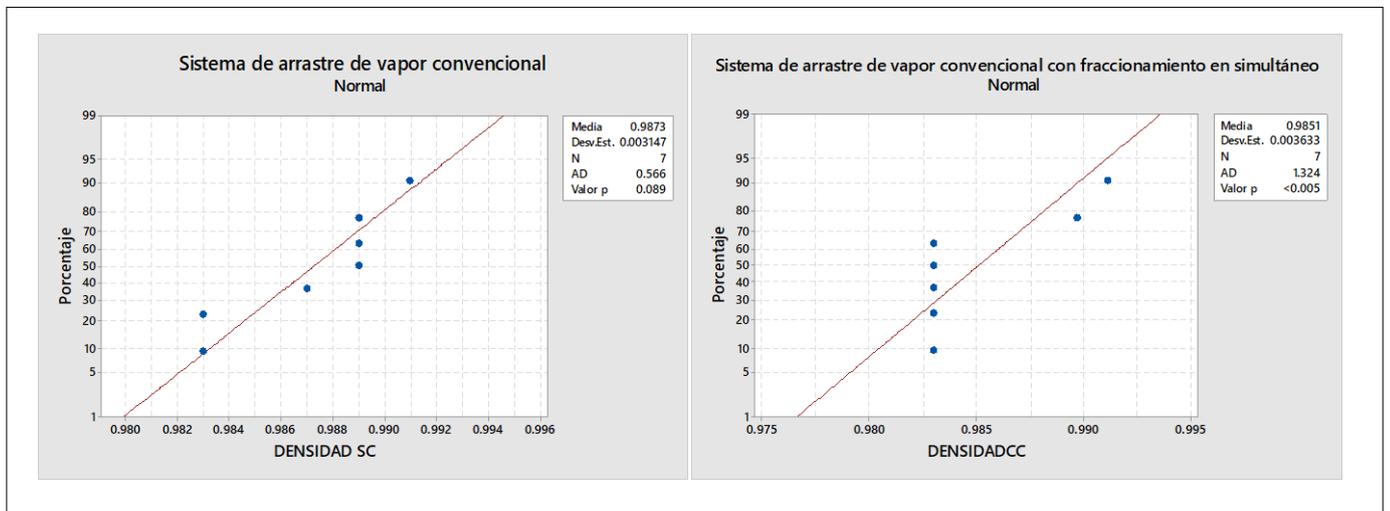


Figura 51. Prueba de normalidad de las densidades de aceite esencial de anís obtenido en cada sistema de extracción. Elaborado en el programa Minitab. Elaboración propia.

El grupo de densidades del sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo presentó una distribución no normal es por ello que se realizara la prueba Mann-Whitney.

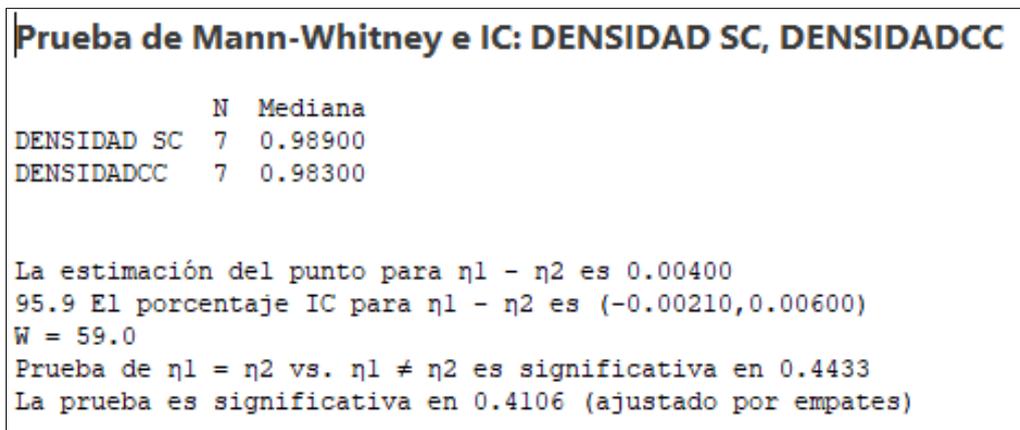


Figura 53. Prueba Mann Whitney de las densidades de aceite esencial de anís obtenido en cada sistema de extracción. Informe estadístico de Minitab según los datos ingresados. Elaboración propia.

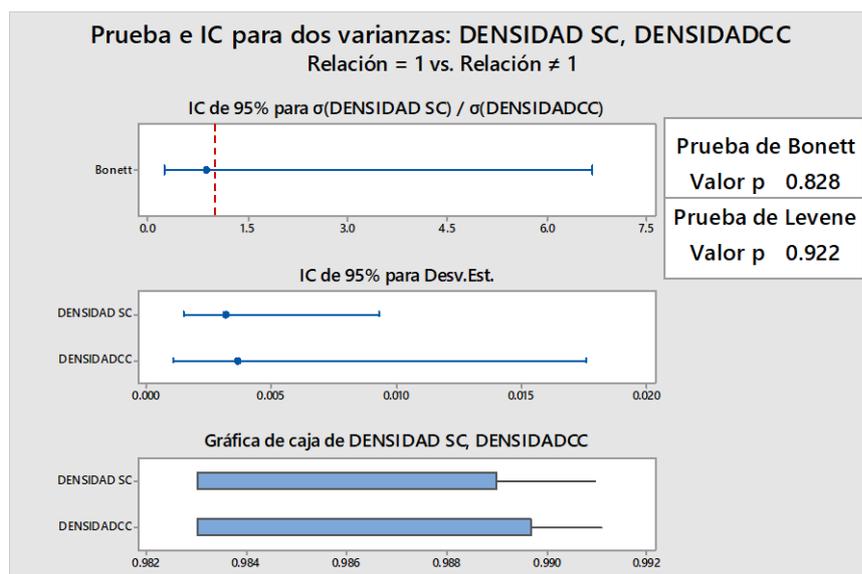


Figura 52. Prueba de igualdad de varianza de las densidades en sistemas de extracción convencional y sistema con fraccionamiento simultáneo.
 Elaborado en el programa Minitab.

Tabla 37

Resumen de las pruebas estadísticas aplicadas para las densidades de aceite esencial de anís obtenido en cada sistema

Tipo de prueba	Hipótesis estadística	P-valor	Conclusión
Normalidad del Sistema de arrastre de vapor convencional	H0: Los datos provienen de una Distribución Normal. HA: Los datos provienen de una Distribución No Normal.	0.089	P-valor mayor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se aprueba la hipótesis nula, Los datos tienen distribución normal.
Normalidad del Sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo	H0: Los datos provienen de una Distribución Normal. HA: Los datos provienen de una Distribución No Normal.	<0.005	P-valor menor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se aprueba la hipótesis alterna, Los datos tienen distribución No normal.
Mann-Whitney	H0: No existen diferencias significativas entre las medianas. HA: Existen diferencias significativas entre las medianas.	0.4106	P-valor mayor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se aprueba la hipótesis nula, No existen diferencias significativas en sus medianas. MEDIANA densidad SC=0.989 g/ml MEDIANA densidad CC=0.983 g/ml
Igualdad de varianza (2 grupos) Levene	H0: No Existen diferencias entre varianzas. HA: Existen diferencias entre varianzas.	0.922	P-valor mayor a $\alpha=0.05$ Conclusión: Se acepta la hipótesis nula. No existen diferencias significativas entre varianzas.

Conclusión general: Al cumplirse la hipótesis nula de la prueba Mann-Whitney y la hipótesis nula de la prueba de Igualdad de varianza de Levene se concluye que no existen diferencias significativas entre las densidades en ambos sistemas de extracción.

Elaboración propia.

Se comparó los resultados con el rango de densidades presentada en la norma técnica peruana de INACAL para el aceite esencial de anís con el aceite esencial de anís obtenido, y tenemos lo siguiente:

Tabla 38

Norma de identificación del anetol respecto a la densidad

Característica	Norma INACAL
Densidad	0.98 - 0.99

Norma Técnica Peruana (INACAL).

Tabla 39

Resultados de las densidades obtenidas en las diferentes pruebas

	Media del Sistema de arrastre de vapor convencional	Mediana del Sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo	Aceite extraído de nuestras semillas por una empresa dedicada	Adquirido de una marca reconocida de aceites esenciales
Densidad (g/ml)	0.9873	0.983	0.981	0.948
Rango de la Norma INACAL (g/ml)	0.98 - 0.99			

Elaboración propia.

En donde vemos que las densidades corresponden al rango que valida el INACAL como aceite esencial de anís a excepción del aceite adquirido por una marca reconocida.

5.4. Análisis estadístico para los resultados de viscosidad

La siguiente tabla presenta las viscosidades obtenidas de los sistemas de extracción de forma repetitiva para una mejor estimación de los resultados.

Tabla 40
Viscosidades obtenidas en ambos sistemas de extracción para diferentes pesos de semillas de anís

Repeticiones	Viscosidad (centipoise)						Aceite extraído de nuestras semillas por una empresa dedicada
	Sistema de arrastre de vapor convencional			Sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo			
	400 g	500 g	600 g	400 g	500 g	600 g	
1	6.2330	4.4816	4.4364	4.6375	4.6788	4.5197	4.4943
2	6.3231	4.6446	4.4455	4.4857	4.5620	4.4140	4.5043
3	6.2690	4.8438	4.3185	4.4605	4.5483	4.5461	4.4224
4	6.0979	4.8257	4.4001	4.4520	4.5964	4.5461	4.5572
5	5.9268	4.5269	4.5906	4.3087	4.3765	4.4052	4.5303
6	6.0168	4.7442	4.3003	4.6544	4.3216	4.5461	4.5456
7	6.1700	4.4997	4.5090	4.6965	4.3628	4.6959	4.3199
8	6.1159	4.8166	4.3457	4.6628	4.5414	4.6783	4.4494
9	5.9268	4.5722	4.4999	4.4183	4.4727	4.6078	4.4494
10	5.9088	4.7080	4.5362	4.3846	4.5620	4.5902	4.4674
11	6.3051	4.8257	4.5906	4.4099	4.3971	4.4757	4.4620
12	6.0709	4.8528	4.5362	4.3761	4.5345	4.4669	4.4674
13	6.2510	4.8347	4.5816	4.4689	4.5552	4.4757	4.3685
14	5.9538	4.8257	4.4999	4.5785	4.6101	4.5197	4.5159
15	5.9358	4.7351	4.6178	4.4773	4.3971	4.4492	4.5850
16	6.0439	4.7713	4.4636	4.5954	4.3971	4.4316	4.3325

Elaboración propia.

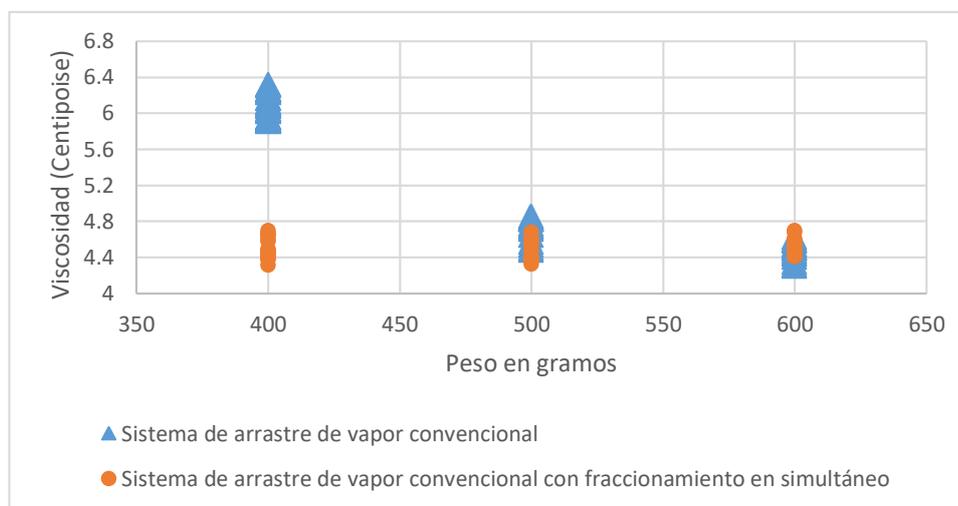


Figura 54. Viscosidades obtenidas en ambos sistemas de extracción para los diferentes pesos de semillas de anís. Elaborado en el programa Excel. Elaboración propia.

Tabla 41

Ruta para el tratamiento de las hipótesis de las pruebas estadísticas

	Normalidad	Prueba T Student	Prueba Mann-Whitney	Prueba de igualdad de Varianza
Condición		Ambos tienen Dist. Normal	Dos o uno de los grupos tienen Dist. No Normal	Si tiene Dist. Normal: Prueba F de lo contrario: Prueba Levene
Hipótesis nula: H0 P-valor ≥ 0.05	Los datos presentan una distribución normal	No existen diferencias significativas entre medias	No existen diferencias significativas entre medianas	No existen diferencias significativas entre varianzas
Hipótesis Alternativa: HA P-valor < 0.05	Los datos presentan una distribución no normal	Existen diferencias significativas entre medias	Existen diferencias significativas entre medianas	Existen diferencias significativas entre varianzas

Elaboración propia.

Se realizó la prueba de normalidad para cada grupo en los sistemas de extracción aplicados.

Tabla 42

Resultados de la prueba de normalidad para las viscosidades obtenidas en cada sistema de extracción

H0=Dist. Normal P-valor>0.05 $\alpha=0.05$	Sistema de arrastre de vapor convencional		Sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo	
Peso (g)	P-valor	Conclusión	P-valor	Conclusión
400	0.228	Dist. Normal	0.249	Dist. Normal
500	0.011	Dist. No Normal	0.091	Dist. Normal
600	0.503	Dist. Normal	0.49	Dist. Normal
Patrón	0.507	Dist. Normal		

Elaboración propia.

Los grupos tienen una distribución normal a excepción de los datos obtenidos en 500 g de semillas de anís en el sistema de arrastre de vapor convencional, es por ello que en su caso se trabajó con las medianas en lugar de las medias.

Tabla 43

Resultados de la prueba de normalidad para las viscosidades obtenidas en cada sistema de extracción

	Viscosidad (Centipoise)						Aceite extraído de nuestras semillas por una empresa dedicada
	Sistema de arrastre de vapor convencional			Sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo			
	400 g	500 g	600 g	400 g	500 g	600 g	Patrón
Media	6.0968		4.4795	4.5042	4.4946	4.5230	4.4670
Mediana		4.7578					

Elaboración propia.

Por lo presentado anteriormente se realizó las pruebas correspondientes a la normalidad que presentan y saber si tienen o no diferencias significativas.

Tabla 44
Resultados de las pruebas estadísticas de viscosidad en el sistema de extracción por arrastre de vapor convencional por peso de semillas de anís

Sistema de arrastre de vapor convencional				
Comparaciones	T Student	Mann-Whitney	Varianza	Conclusión
400g y 500g	N. A.	P-valor=0	N. A. Al no pasar la H0 de la prueba Mann Whitney para medianas.	Existe diferencias significativas en ambos grupos
500g y 600g	N. A.	P-valor=0	N. A. Al no pasar la H0 de la prueba Mann Whitney para medianas.	Existe diferencias significativas en ambos grupos
500g y Patrón	N. A.	P-valor=0	N. A. Al no pasar la H0 de la prueba Mann Whitney para medianas.	Existe diferencias significativas en ambos grupos
600g y Patrón	P-valor=0.693	No aplica puesto que los grupos tienen distribución normal	P-valor=0.334	No Existen diferencias significativas en ambos grupos

N.A.: No aplica

Elaboración propia.

De los resultados se observó que la viscosidad del grupo de 600g de semillas de anís y la viscosidad del patrón no tiene diferencias significativas.

Tabla 45

Resultados de las pruebas estadísticas de viscosidad en el sistema de extracción por arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo por peso de semillas de anís

Sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo				
Comparaciones	T-Student	Mann-Whitney	Varianza	Conclusión
400g y 500g	P-valor=0.810	N. A.	P-valor=0.676	No existe diferencias significativas en ambos grupos
500g y 600g	P-valor=0.414	N. A.	P-valor=0.472	No existe diferencias significativas en ambos grupos
500g y Patrón	P-valor=0.405	N. A.	P-valor=0.232	No existe diferencias significativas en ambos grupos
600g y Patrón	P-valor=0.064	N. A.	P-valor=0.629	No Existe diferencias significativas en ambos grupos

N.A.: No aplica
Elaboración propia

De los resultados se observó que la viscosidad del grupo utilizando la columna de fraccionamiento no tienen diferencias significativas con el patrón.

5.5. Resultados de la evaluación al Panel de Observadores

Se presentó una ficha de evaluación a 24 panelistas (entre ingenieros químicos, licenciados en química y técnicos químicos del laboratorio de medio ambiente de la empresa Inspectorate Services Perú) con respecto al olor, color y apariencia del aceite esencial de anís, del cual se obtuvieron los siguientes resultados:

5.5.1. Evaluación del color

En la tabla se presentan la cantidad de personas por apreciación de color que escogieron. En donde no hay datos, equivale a cero panelistas.

Tabla 46
Panel de evaluación del color

Número de panelistas =24			Incoloro	Blanco	Pardo	Lig. Amarillo	Amarillo verdoso	Oscuro	Total
Sistema de arrastre de vapor convencional	50 g	IA			14	4	6		24
	100 g	IIA			10	4	8	2	24
	200 g	IIIA				18	6		24
	300 g	IVA			2	20	2		24
	400 g	VA				24			24
	500 g	VIA				24			24
	700 g	VIIA				24			24
Sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo	50 g	IB			10	2	8	4	24
	100 g	IIB			10	2	8	4	24
	200 g	IIIB			4	16	4		24
	300 g	IVB				20	4		24
	400 g	VB				24			24
	500 g	VIB				24			24
	700 g	VII B				24			24
Aceite extraído por una empresa dedicada						24			24
Adquirido de una marca reconocida						8	16		24

Elaboración propia.

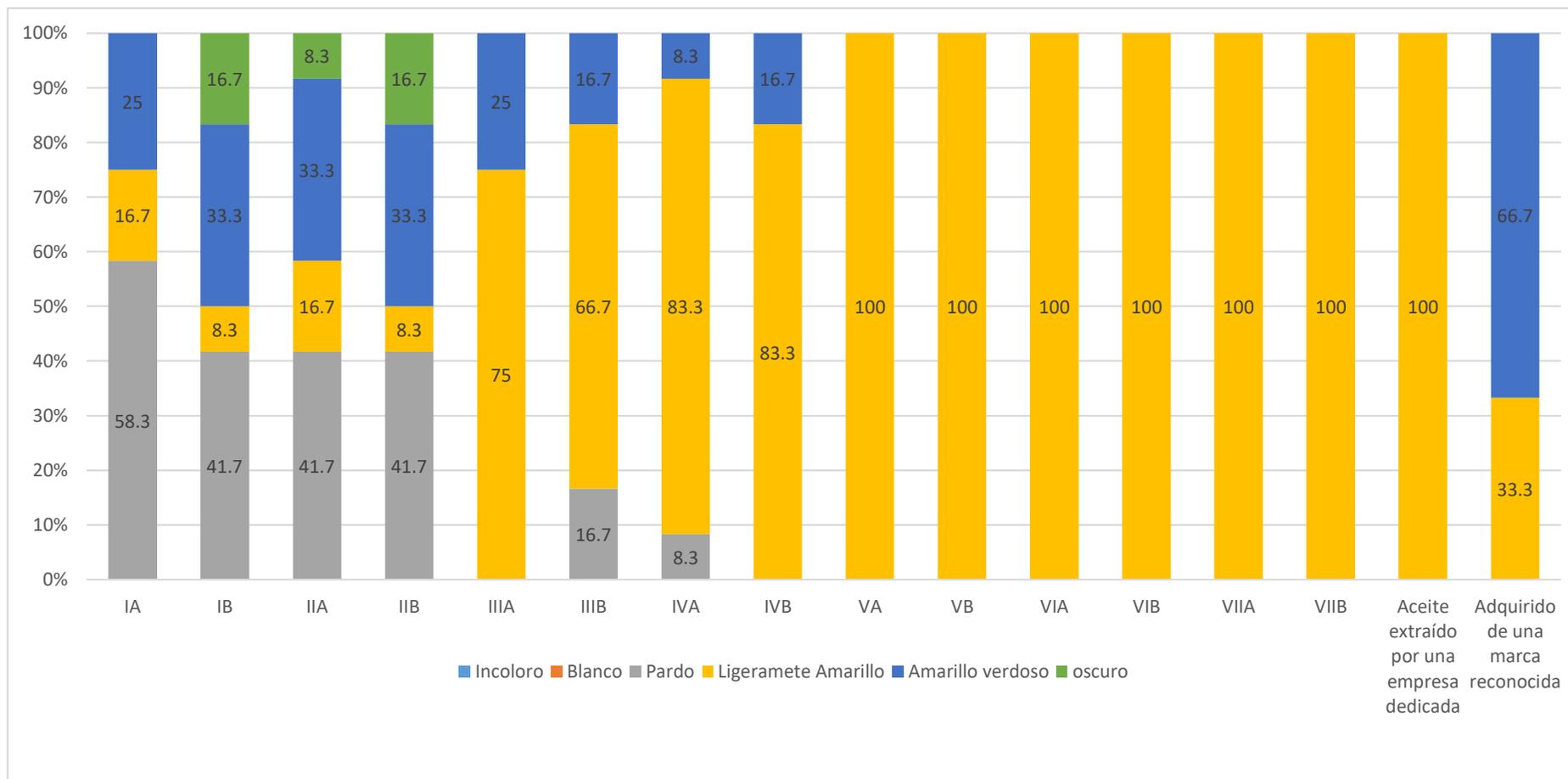


Figura 55. Distribución de la evaluación de color expresado en porcentaje. Diagrama elaborado en Excel. Elaboración propia.

La gráfica de la evaluación realizada a los patrones nos sirve de referencia.

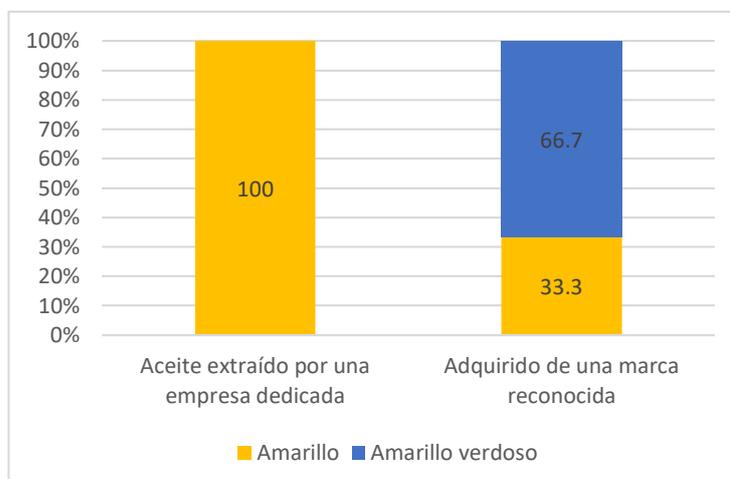


Figura 56. Distribución de la evaluación del color en los patrones. Elaboración propia.

En la evaluación nadie consideró que el aceite esencial de anís tiene color blanco y sea incoloro. En el sistema con fraccionamiento en simultáneo los pesos de 50g y 100g tuvieron las únicas consideraciones como aceite oscuro con un máximo de 16.7% y en el sistema convencional el 16.7% de los panelistas consideró oscuro el aceite que se obtuvo de 50g de semillas.

Se apreció claramente la disminución en la percepción del color pardo en el sistema de arrastre de vapor convencional desde un 58.3% hasta un 8.3% que pertenece al peso de 300g, y el crecimiento de la percepción de color ligeramente amarillo a un 75% utilizando 200g de

semillas en ambos sistemas de extracción, siendo este color predominante en la ficha de evaluación.

Respecto al color amarillo verdoso (color que se añadió al ser incluido dentro de las observaciones del panel) en las muestras que se obtuvieron en el sistema con fraccionamiento en simultáneo, la percepción de los aceites extraídos de los pesos de 50g y 100g (IB, IIB, 33.3%) son más uniformes hasta utilizar 200g de semillas (IIIB, 25%) que es donde empieza a disminuir hasta usar el peso de 300g (IVB, 16.7%) para luego dejar de apreciarse. En el sistema convencional de arrastre de vapor hay una variación al inicio de las pruebas en 50g (IA, 25%) y 100g (IIA, 33.3%) para también disminuir también en 200g, siendo su disminución más considerable un 8% utilizando 300g de semillas y este color ya no se aprecia más.

El resultado de la evaluación de los patrones indica que es predominante el color ligeramente amarillo en un 100% en el aceite extraído por una empresa dedicada y amarillo verdoso con un 66.7% en el aceite adquirido de una marca reconocida.

5.5.2. Evaluación de olor

En la tabla se presentan la cantidad de panelistas por apreciación de olor que escogieron. En donde no hay datos, equivale a cero panelistas.

Tabla 47
Panel de evaluación del olor

Número de panelistas =24		Casi imperceptible	Ligera	Media	Alta	Extrema	Total
Sistema de arrastre de vapor convencional	50 g IA	2		6	6	10	24
	100 g IIA	2	4	6	10	2	24
	200 g IIIA		8	8	6	2	24
	300 g IVA	2	6	6	8	2	24
	400 g VA	2	4	10	6	2	24
	500 g VIA	2	4	8	6	4	24
	700 g VIIA	2		6	16		24
Sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en	50 g IB		4	14		6	24
	100 g IIB		4	8	10	2	24
	200 g IIIB		6	10	8		24
	300 g IVB		4	10	8	2	24
	400 g VB		2	2	18	2	24
	500 g VIB		6	2	16		24
	700 g VIIB	2	4	4	12	2	24
Aceite extraído por una empresa dedicada				10	10	4	24
Adquirido de una marca reconocida				8	10	6	24
Elaboración propia.							

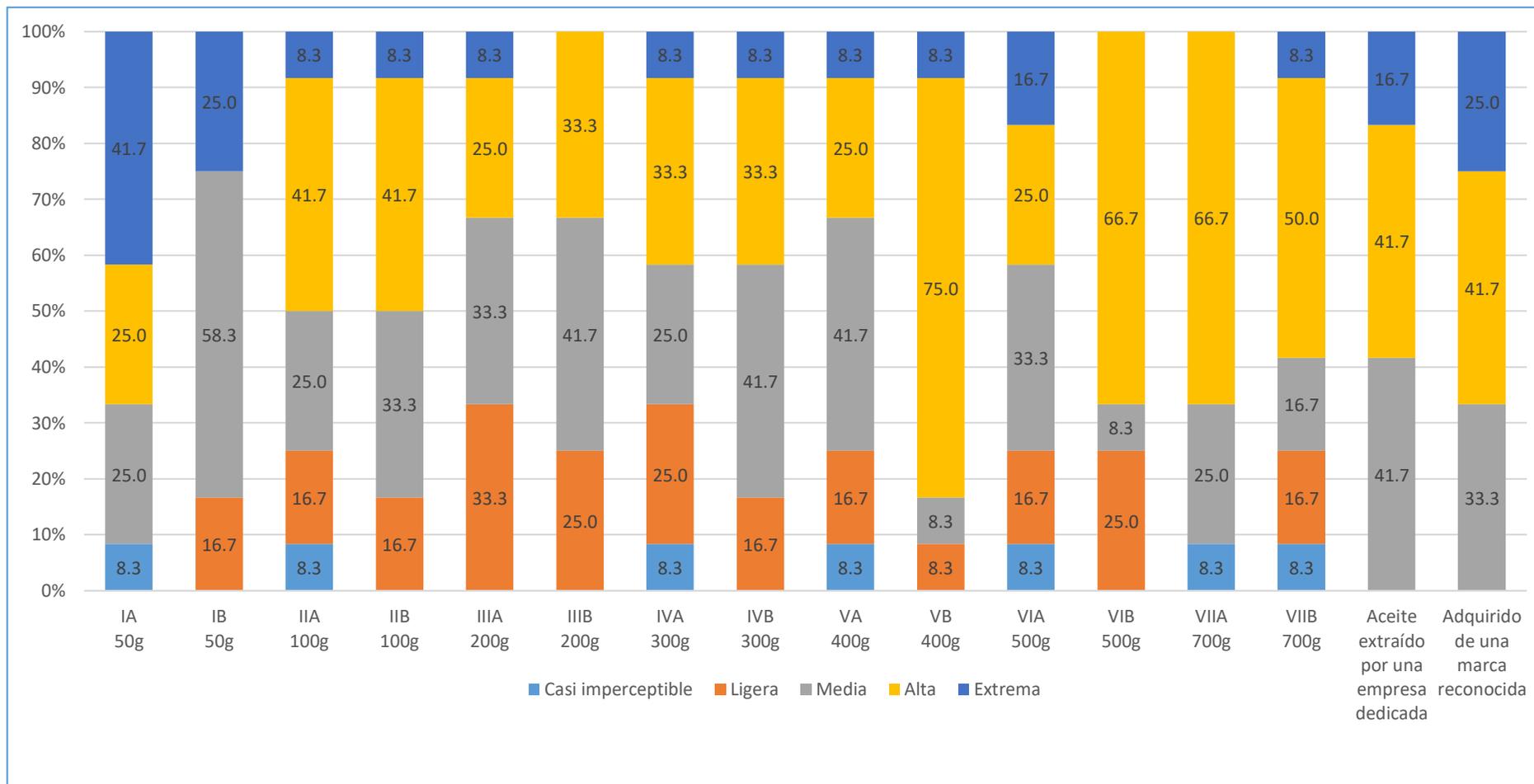


Figura 57. Distribución de la evaluación de olor expresado en porcentaje. Diagrama elaborado en Excel. Elaboración propia.

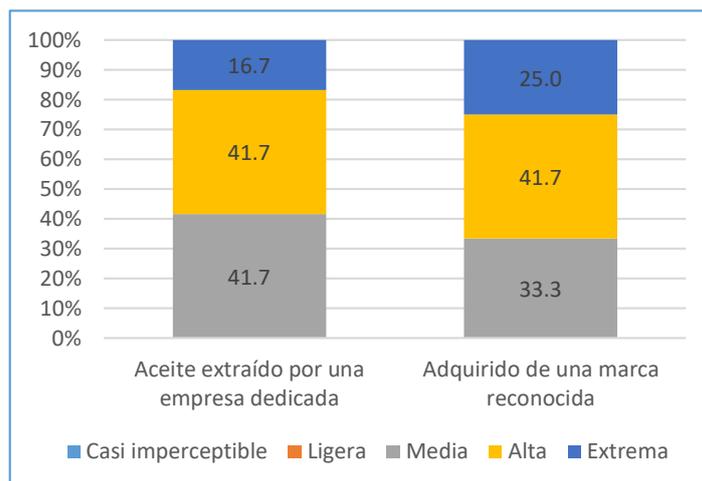


Figura 58. Distribución de la evaluación del olor en los patrones. Elaboración propia.

El 8.3% de los evaluados clasificó como casi imperceptible el olor de aceite esencial de anís en todos los sistemas de arrastre de vapor convencional, a excepción del aceite que se obtuvo de 200g de semillas en la que no tiene tal clasificación. En el sistema con fraccionamiento en simultáneo, sólo el sistema que uso 700g de semillas tiene un 8.3% que clasificó como casi imperceptible.

La sensación de olor clasificada como ligera se presentó en muchas ocasiones sin embargo estas no son superiores al 25% en el sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo. Y no son superiores al 33.3% en el sistema de arrastre de vapor convencional.

La sensación de olor clasificada como media se presenta en el sistema con fraccionamiento en simultáneo con más frecuencia en los pesos 50g (58.3%), 100g (33.3%), 200g (41.7%), 300g (41.7%) para decaer abruptamente en su percepción en los pesos de 400g y 500g (8.3%) y tentar subir un poco usando 700g (16.7%). En el sistema de arrastre de vapor

convencional se mantuvo la percepción en un rango de 25% a 41.7% en todos los pesos de semillas utilizados.

La clasificación alta se encuentra predominante en el sistema con fraccionamiento en simultáneo a partir de los pesos de 400g de semillas con un 75% (VB) y el sistema convencional tiene su pico más alto y significativo en el peso de 700g con un 66.7% (VII A). Existe una amplia diferencia en la clasificación alta en los pesos de 500g en ambos sistemas, donde 66.7% lo tiene el sistema con fraccionamiento en simultáneo y 25% el sistema de extracción convencional.

La clasificación extrema tiene su pico más alto en la prueba de 50g en el sistema de arrastre de vapor convencional y en el sistema de arrastre de vapor con fraccionamiento en simultáneo (41.7% y 25% respectivamente).

Respecto a los patrones el aceite adquirido por una marca reconocida tiene mayor porcentaje en la clasificación extrema (25%) por tener la sensación de más irritabilidad que el extraído por una empresa dedicada (16.7%), esta última la consideran con mayor porcentaje de sensación media (41.7% frente a 33.3%). A ambas las consideran con una clasificación de olor alta con un 41.7%.

5.5.3. Evaluación de la apariencia

En la tabla se presentan la cantidad de panelistas por apreciación de la apariencia que escogieron. En donde no hay datos, equivale a cero panelistas.

Tabla 48
Panel de evaluación de la apariencia

Número de panelistas =24		Líquida	Oleosa	Turbia	Total
Sistema de arrastre de vapor convencional	50 g IA	4	6	14	24
	100 g IIA	4	14	6	24
	200 g IIIA	16	6	2	24
	300 g IVA	14	8	2	24
	400 g VA	14	6	4	24
	500 g VIA	14	8	2	24
	700 g VIIA	12	12		24
Sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo	50 g IB		6	18	24
	100 g IIB	2	8	14	24
	200 g IIIB	12	10	2	24
	300 g IVB	12	10	2	24
	400 g VB	12	10	2	24
	500 g VIB	12	10	2	24
	700 g VIIB	10	14		24
Aceite extraído por una empresa dedicada		10	12	2	24
Adquirido de una marca reconocida		14	10		24
Elaboración propia.					

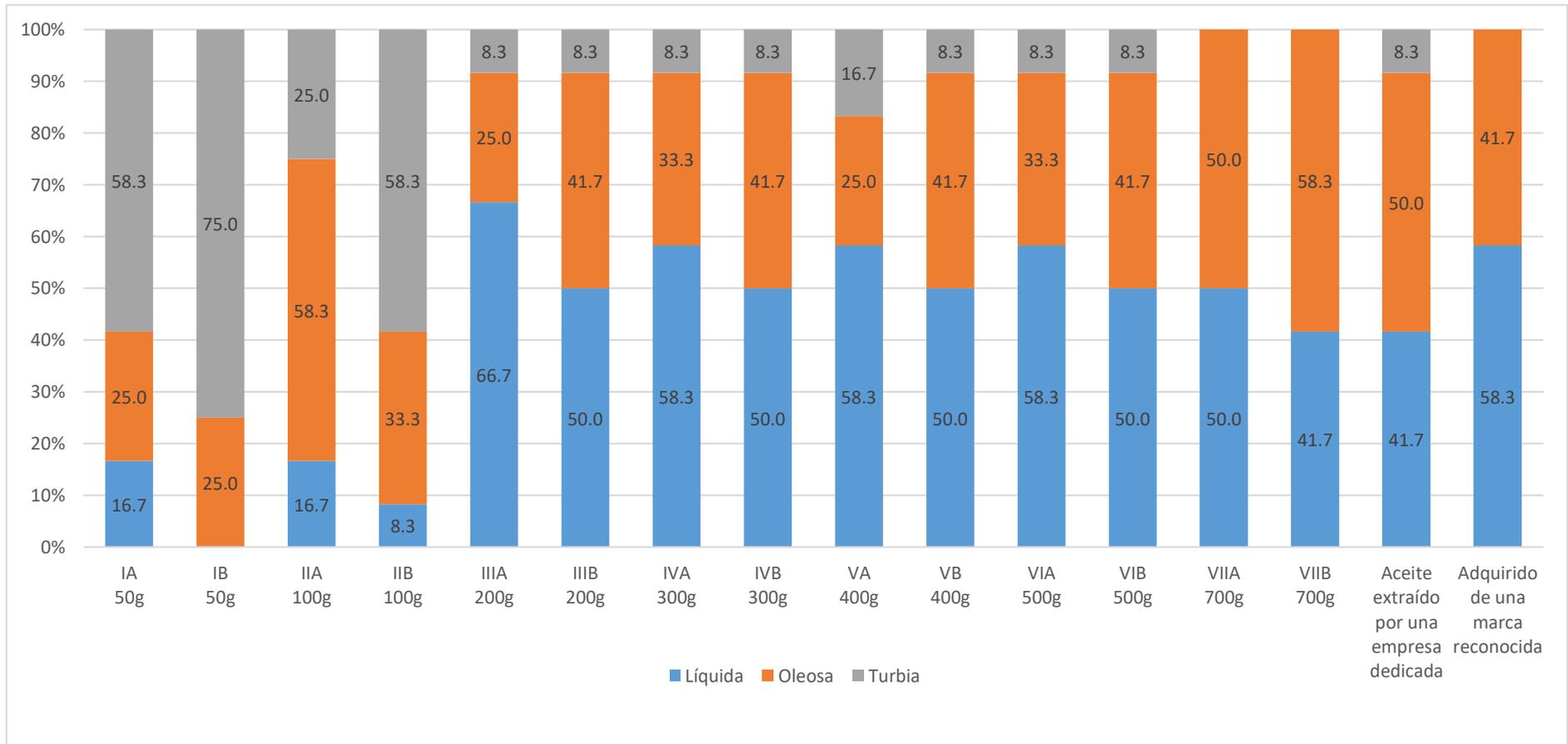


Figura 59. Distribución de la evaluación de la apariencia expresada en porcentaje. Elaboración propia.

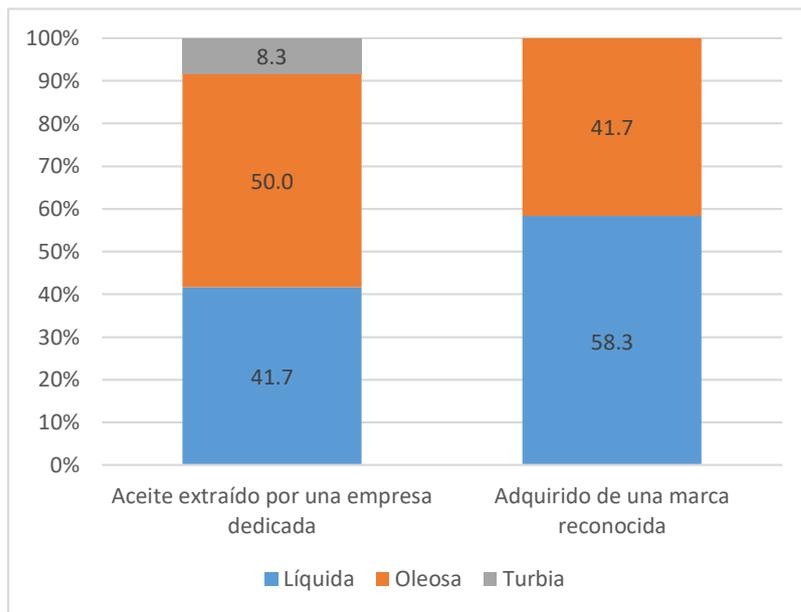


Figura 60. Distribución de la evaluación de la apariencia en los patrones. Elaboración propia.

Respecto a la apariencia líquida, se encontró en menos porcentaje en los pesos de 50g y 100g para ambos sistemas de extracción. En el sistema convencional el peso de 200g tiene una percepción del 66.7% manteniéndose uniforme en el 58.3% para los pesos de 300g, 400g y 500g y disminuyó la percepción de líquido en el peso de 700g a un 50%. En el sistema de arrastre de vapor con fraccionamiento en simultáneo los pesos de 200g, 300g, 400g, y 500g, mantienen uniforme el 50% de clasificación, nuevamente en el peso de 700g tiene una pequeña caída a 41.7%.

La apariencia oleosa en el sistema de extracción por arrastre de vapor convencional encuentra el pico más alto en el peso de 100g con un

58.3% manteniéndose estable con 25% en 200g y 400g y 33.3% en 300g y 500g. En el sistema de arrastre de vapor con fraccionamiento encuentra el pico más alto de 58.3% utilizando 700g de semillas de anís manteniéndose uniforme utilizando 200g, 300g, 400g y 500g con un 41.7%

Se apreció que decrece en la percepción de la turbidez a medida que se emplean más semillas de anís alcanzando su pico más alto de 75% en el sistema con fraccionamiento y 58.3% en el sistema convencional, ambos empleándose 50g de semillas de anís.

5.6. Rendimientos obtenidos por volumen

El rendimiento en el sistema de extracción por arrastre de vapor convencional sin fraccionamiento en el peso de máximo volumen obtenido es:

$$\text{rendimiento} = \frac{m_1}{m_2} \times 100\%$$

m1 = masa final del aceite esencial.

m2 = masa inicial de las semillas de anís

Tabla 49

Densidades promedio obtenidas en 500 g de semilla de anís en el sistema de arrastre de vapor convencional

Densidad (g/mL)	
Peso (g)	Sistema de arrastre de vapor convencional
500	0.987
	0.989
	0.989
Promedio	0.988

Elaboración propia.

$$m1 = 7.625ml \times 0.988 \frac{g}{ml}$$

$$m1 = 7.53g$$

$$m2 = 500g$$

$$rendimiento = \frac{7.53g}{500g} \times 100\%$$

$$rendimiento = 1.51\%$$

El rendimiento en el sistema de extracción por arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo en el peso de máximo volumen obtenido es:

$$rendimiento = \frac{m1}{m2} \times 100\%$$

m1 = masa final del aceite esencial.

m2 = masa inicial de las semillas de anís

Tabla 50

Densidades promedio obtenidas en 500 g de semilla de anís del sistema en simultáneo de arrastre de vapor con fraccionamiento

Densidad (g/ml)	
Peso (g)	Sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo
	0.983
500	0.983
	0.983
Promedio	0.983

Elaboración propia.

$$m1 = 7.925ml \times 0.983 \frac{g}{ml}$$

$$m1 = 7.79g$$

$$m2 = 500g$$

$$rendimiento = \frac{7.79g}{500g} \times 100\%$$

$$rendimiento = 1.56\%$$

A continuación, siguiendo el procedimiento anterior se presentan los rendimientos promedio para 400 g, 500g y 600g en ambos sistemas:

Tabla 51

Porcentaje de rendimiento de aceite esencial de anís

Peso	Rendimiento	
	Sistema de extracción sin columna de fraccionamiento	Sistema de extracción con columna de fraccionamiento
400 g	1.39 %	1.40 %
500 g	1.51 %	1.56 %
600 g	1.24 %	1.28 %

Elaboración propia

5.7. Contenido de Anetol

El compuesto principal identificado en aceites de anís europeos es trans-anetol, como representante principal (76,9-93,7%).¹⁵

Es por ello que para evaluar que lo obtenido contenga este principal componente se realizó el análisis por el método de Cromatografía GC/FID a través del laboratorio de calidad de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, el informe se encuentra en los Anexos:

Tabla 52

Contenido en porcentaje de anetol del aceite esencial de anís obtenidos en los sistemas de extracción

	Sistema de destilación sin columna	Sistema de fraccionamiento con columna de fraccionamiento	Aceite extraído de nuestras semillas por una empresa dedicada	Aceite comprado de un empresa dedicada al rubro
Contenido de anetol (%)	85.4	87.9	86.6	19.5

Elaboración propia.

¹⁵ VALTCHO D. ZHELJAZKOV y otros. **Essential Oil Composition and Yield of Anise from Different Distillation Times. Canadá. HORTSCIENCE vol. 48(11) noviembre 2013.**

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación de hipótesis con los resultados

6.1.1. Hipótesis general

“Mediante la utilización de un sistema de extracción de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo se obtiene mayor cantidad y mejor calidad de aceite esencial de anís frente a un equipo de extracción de arrastre de vapor convencional sin fraccionamiento”.

Discusión de la hipótesis general

Las pruebas experimentales demuestran que el máximo volumen que se obtuvo en el sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo es mayor que el máximo volumen que se obtuvo en el sistema de extracción de arrastre de vapor convencional sin fraccionamiento con 7.925ml frente a 7.625ml respectivamente, ambos usando 500g de semillas de anís, asimismo ambos están dentro de los parámetros de calidad de INACAL.

1.1.1. Hipótesis específicas

a) Hipótesis Específica (1)

Utilizando un sistema de extracción por arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo se obtiene aceite esencial de anís con buen rendimiento en cantidad y calidad.

Discusión de la Hipótesis Específica (1)

Rendimiento

De acuerdo al resultado obtenido se contrasta con la hipótesis que el rendimiento en el sistema de extracción por arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo en el máximo volumen obtenido fue 1.56%. Es mayor que el rendimiento que se obtuvo en el sistema convencional sin fraccionamiento.

Calidad

Índice de refracción

Podemos contrastar con la hipótesis que el índice de refracción que se obtuvo del sistema de extracción por arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo: 1.5555 tiene buena calidad al estar dentro del rango de índices de refracción que valida INACAL como aceite esencial de anís.

Densidad

Según los resultados obtenidos se pudo contrastar con la hipótesis que la densidad que se obtuvo del sistema de extracción por arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo: 0.983 g/ml tiene buena calidad al estar dentro del rango de densidades que valida INACAL como aceite esencial de anís.

Viscosidad

Podemos contrastar con la hipótesis que la viscosidad del aceite que se obtuvo del sistema de extracción de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo en su mayor rendimiento: 4.4946 centipoise, es de buena calidad al no tener diferencias significativas con la viscosidad del aceite extraído de nuestras semillas por una empresa dedicada: 4.4670 centipoise.

Color

Podemos contrastar con la hipótesis que según la percepción del panel de observadores el color del aceite esencial de anís en el sistema con fraccionamiento en simultáneo correspondió al color ligeramente amarillo, color que valida el INACAL como aceite esencial de anís.

Olor

Se contrasta con la hipótesis que el olor del aceite esencial de anís que se obtuvo del sistema de extracción por arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo es de buena calidad pues al pasar por

un panel de observadores, estos dieron en su mayoría una clasificación de media, alta y extrema al olor específico de la especie.

Apariencia

Según los resultados del panel de observadores podemos contrastar con la hipótesis que el aceite que se obtuvo del sistema de extracción convencional con fraccionamiento en simultáneo es de buena calidad al tener en su mayoría la percepción de un aceite líquido, apariencia que valida INACAL como aceite esencial de anís.

b) Hipótesis Específica (2)

Utilizando un sistema de extracción por arrastre de vapor convencional sin fraccionamiento no asegura un buen rendimiento en cantidad y calidad de aceite esencial de anís.

Discusión de la Hipótesis Específica (2)

Rendimiento

De acuerdo al resultado obtenido se contrasta con la hipótesis que el rendimiento en el sistema de extracción por arrastre de vapor convencional sin fraccionamiento en el máximo volumen obtenido es 1.51%. Es menor que el rendimiento que se obtuvo en el sistema de extracción convencional con fraccionamiento en simultáneo.

Calidad

Índice de refracción

Podemos contrastar con la hipótesis que el índice de refracción que se obtiene del sistema de extracción por arrastre de vapor convencional sin fraccionamiento: 1.5551 tiene buena calidad al estar dentro del rango de índices de refracción que valida INACAL como aceite esencial de anís.

Densidad

Según los resultados obtenidos podemos contrastar con la hipótesis que la densidad que se obtiene del sistema de extracción por arrastre de vapor convencional sin fraccionamiento: 0.987g/ml tiene buena calidad al estar dentro del rango de densidades que valida INACAL como aceite esencial de anís.

Viscosidad

Podemos contrastar con la hipótesis que la viscosidad del aceite que se obtuvo del sistema de extracción de arrastre de vapor convencional sin fraccionamiento en su mayor rendimiento: 4.7578 centipoise, no es de buena calidad al tener diferencias significativas con la viscosidad del aceite extraído de nuestras semillas por una empresa dedicada: 4.4670 centipoise.

Color

Podemos contrastar con la hipótesis que según la percepción del panel de observadores el color del aceite esencial de anís en el sistema sin

fraccionamiento corresponde al color ligeramente amarillo, color que valida el INACAL como aceite esencial de anís.

Olor

Se contrasta con la hipótesis que el olor del aceite esencial de anís que se obtuvo del sistema de arrastre de vapor convencional sin fraccionamiento es de buena calidad pues al pasar por un panel de observadores, estos dieron en su mayoría una clasificación de media, alta y extrema al olor específico de la especie.

Apariencia

Según los resultados del panel de observadores podemos contrastar con la hipótesis que el aceite que se obtuvo del sistema de extracción convencional sin fraccionamiento es de buena calidad al tener en su mayoría la percepción de un aceite líquido, apariencia que valida INACAL como aceite esencial de anís

6.2. Contrastación de resultados con otros estudios similares

Contrastando los resultados con Moncada S. & Pariona, M. (1993) en su tesis Diseño de una planta comercial de extracción de aceite esencial de anís. Se obtuvieron resultados similares al de nuestra investigación respecto a la apariencia donde obtuvieron una apreciación de aceite líquido cristalino. En el color, obtuvieron la apreciación de ligeramente amarillo y en el olor una percepción de anisado.

- Respecto a la densidad: obtuvieron una densidad de 0.98g/ml. Por debajo de nuestro resultado en el sistema de extracción por arrastre de vapor convencional sin fraccionamiento y con fraccionamiento en simultáneo.
- Índice de refracción: obtuvieron un índice de refracción de 1.5528. muy poco por debajo de los índices que obtuvimos en los sistemas que se trabajaron en nuestra investigación.
- Rendimiento: al diseñar un equipo especial para la extracción de aceite esencial de anís obtuvieron entre sus mejores resultados un rendimiento de 2.82% utilizando 0.750Kg y 2.78% utilizando 1.250Kg, muy por arriba de nuestros resultados ya que nuestro equipo nos permitió obtener un rendimiento de 1.51% en el sistema de arrastre de vapor convencional sin fraccionamiento y 1.56% en el sistema con fraccionamiento.

Contrastando los resultados con Gutierrez L. & Tunqui C. (2017) en su tesis: Evaluación de la calidad del destilado alcohólico de anís obtenidos por destilación simple y fraccionada en una industria licorera.

- Respecto a la apariencia obtuvieron una percepción de líquido cristalino en la destilación simple y fraccionada. Similar a nuestro resultado.

- En el color: en su sistema de destilación simple obtuvieron una percepción incolora de aceite de anís. Diferente de nosotros que resulto ser ligeramente amarilla. En la destilación fraccionada su percepción fue ligeramente amarilla, similar a nuestros resultados.
- Respecto al olor: su percepción fue característico de la especie a aromático de anís en su destilación simple y fraccionada. Similar a nuestro resultado.
- Densidad: la densidad que obtuvieron fue de 0.9076g/ml en su destilación simple y un rango de 0.907 g/ml a 0.915 g/ml en la fraccionada. Por debajo de nuestros resultados y por fuera de lo que valida INACAL como aceite esencial de anís.
- Índice de refracción: obtuvieron un índice de refracción de 1.362 en la destilación simple y 1.363 en sus fracciones, muy por debajo de nuestros resultados en los sistemas que trabajamos y por fuera de las normas de INACAL.
- Rendimiento: obtuvieron un rendimiento de 1.8% v/w en 500g de anís lo cual fue mayor a nuestro resultado ya que obtuvimos un rendimiento de 1.52% v/w en el sistema de arrastre convencional sin fraccionamiento y 1.59% v/w en el sistema con fraccionamiento.

VII. CONCLUSIONES

- a. El volumen máximo se encontró usando pesos de 500g de semillas de anís. Las pruebas estadísticas indican que existe diferencia significativa a favor del sistema con fraccionamiento el simultáneo con una media de 7.925ml frente a 7.625ml del sistema de extracción de arrastre de vapor convencional.
- b. El rendimiento que se obtuvo del sistema de extracción convencional con fraccionamiento en simultáneo es mayor con 1.56% frente al rendimiento del sistema sin fraccionamiento con 1.51%.
- c. Al comparar los volúmenes obtenidos de 500g y 600g semillas en el sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo se aprecia que no hay diferencias significativas. Por lo cual la masa óptima de trabajo de semillas de anís es 500g.
- d. Se obtiene mejor índice de refracción en el sistema con fraccionamiento simultáneo además que los índices de refracción son homogéneos entre los pesos de 500g y 600g en este sistema. Esto indica que el índice de refracción no varía con el peso en este sistema y se puede trabajar con 500g de semillas.
- e. El índice de refracción del peso más representativo (500g) en el sistema con fraccionamiento está dentro del rango que da por válido INACAL para aceite esencial de anís.

- f. Las densidades que se obtuvieron en ambos sistemas de extracción no tienen diferencias significativas entre sí, además están dentro del rango que valida INACAL como aceite esencial de anís.
- g. Las viscosidades obtenidas en el sistema con fraccionamiento en simultáneo no tienen diferencias significativas con la viscosidad del aceite que, extraído de nuestras semillas por una empresa dedicada, tienen, además, mayor uniformidad que el sistema de extracción convencional sin fraccionamiento.
- h. En la prueba de panel de observadores se observa que los resultados obtenidos en olor, color y apariencia cumplen con lo que valida INACAL como aceite esencial de anís.

VIII. RECOMENDACIONES

- a. Se recomienda trabajar con agua desionizada, que su conductividad sea menor a $1\mu\text{S}/\text{cm}$ para mantener una buena calidad del aceite esencial de anís.
- b. Guardar en recipientes bien llenos y cerrados en lugar fresco y seco y sin exposición a la luz. Superados los 2 años de almacenaje, se deberá controlar la calidad antes de usar.
- c. Mejorar el diseño del sistema de extracción en cuanto a aumentar el diámetro de la salida del vapor de agua y de la salida del vapor del depósito de carga de materia prima, que traerá como consecuencia aumentar el tamaño del cilindro que contiene los anillos rashing. Contribuyendo en optimizar los tiempos de trabajo y mayor carga de materia prima.
- d. Diseñar un método de aislamiento para la mejor distribución de calor en el sistema de extracción hasta el puente, y así mejorar los tiempos de extracción.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aceites esenciales.org. (5 enero 2019) *Aceite esencial de Anís: Todas sus Increíbles Propiedades.* Recuperado de: <https://aceites-esenciales.org/>

ASTM International. (2004). *D889-99. Standard Test Method for Volatile Oil in Rosin1.* West Conshohocken, Pennsylvania.

Botanical-online SL. (10 de abril 2016). *EL mundo de las plantas;* Recuperado de: <http://www.botanical-online.com/floranis.htm>.

Burns, A. (2011). *Fundamentos de química.* Ciudad de México: Pearson Educación, quinta edición.

Casado, I. (2018). *Optimización de la extracción de aceites esenciales por destilación en corriente de vapor.* Tesis de grado. Universidad Politecnica de Madrid. Madrid.

Engel, R. *Química Física.* (2006) Madrid: Pearson Educación.

Fieser, L. (2004) *Experimentos de Química Orgánica.* Barcelona, España: Editorial Reverte, reimpresión.

Guenther, E. (1963) *The essential oils,* New York: D.Van Nostrand Company Inc.

Gutierrez L. & Tunqui C. (2017) *Evaluación de la calidad del destilado de anís (pimpinella anisum l.) obtenidos por destilación simple y fraccionada en una industria licorera*. Tesis para optar el título profesional de licenciado en Química. Arequipa. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. 2017.

Gutiérrez, H. & De La Vara, R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos*. México: Editorial Mcgraw-Hill/Interamericana editores, segunda edición.

Hurtado, I. & Trivelli C. (2000) El problema agrario en debate, Volumen 1, *Seminario permanente de investigación*, Perú, Agraria Lima: Sepia VII pag 463, Antonio Brack editores.

INEI (2017), Compendio estadístico 2017, Perú.

Kern, D. (1972). *Procesos de transferencia de calor*. Mexico: Ed. Cecsca,

Kiralan M., Ozkan G., Bayrak A. (2013). *Recent Progress in Medicinal Plants- Essential Oils I*. Houston: Editors: Dr. J.N. Govil, Former Principal Scientist.

Lamarque A., Zygadlo J., Labuckas D., López L., Torres M. y Maestri D. (2008). *Fundamentos Teórico – Prácticos de Química Orgánica*. Córdoba, Argentina: Editorial Encuentro, 1era Edición.

- Martínez, P. & Guarnizo, A. (2009) *Experimentos de Química Orgánica - Con enfoque en ciencias de la vida*, México: Ediciones Elizcom.
- Moncada S. & Pariona, M. (1993) *Diseño de una planta comercial de extracción de aceite esencial de anís*, Tesis de para optar el grado de Ingeniero Químico. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima.
- Moreno, S. (2012) *Modelación y optimización del proceso de extracción de aceite esencial de eucalipto (Eucalyptus globulus)*. Tesis de Licenciatura. Lima. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Normas Técnicas Peruana (INACAL). (revisada el 2016). *NTP 319.092:1974 Aceite esencial de anís*. Perú: 1ª Edición.
- Ortiz, N. (1988) *Estudio experimental de extracción de aceite esencial de hierba luisa por arrastre de vapor a nivel planta piloto*, Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima.
- Ortuño, M. (2006). *Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes*. España: Aiyana Ediciones, 1era Edición.
- Samojlik, I. (2012). *The influence of essential oil of aniseed (pimpinella anisum, l. On drug effects on the central nervous system*. Servia: Ed. Elsevier.
- Shreve, M. (1954) *Industrias del proceso químico*. Barcelona: Ed. POSSAT.

Tineo, F. (2012) *Estudio experimental y modelamiento matemático para el proceso de extracción por lotes por arrastre con vapor de agua de aceite esencial*. Tesis grado Magister. Lima. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima.

Treybal R. (1988). *Operaciones de Transferencia de Masa*. EEUU: Editorial McGraw-hill Segunda Edición.

Villavicencio M. y Pérez B., (2005) *Guía de la flora útil de la Huasteca y la zona Otomí-Tepehua, Hidalgo, I*. Pachuca, México: 171 p. Ed. UAEH.

Zheljazkov V., Astatkie T., O'Brocki B. y Jeliaskova E. (noviembre 2013) *Essential Oil Composition and Yield of Anise from Different Distillation Times*. Canadá: Hortscience vol. 48(11).

X. ANEXOS

A. Matriz de consistencia

TÍTULO: “Evaluación de los destilados de aceite esencial de anís (TAGETES FILIFOLIA L.) Obtenidos de un sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo y uno sin fraccionamiento”.

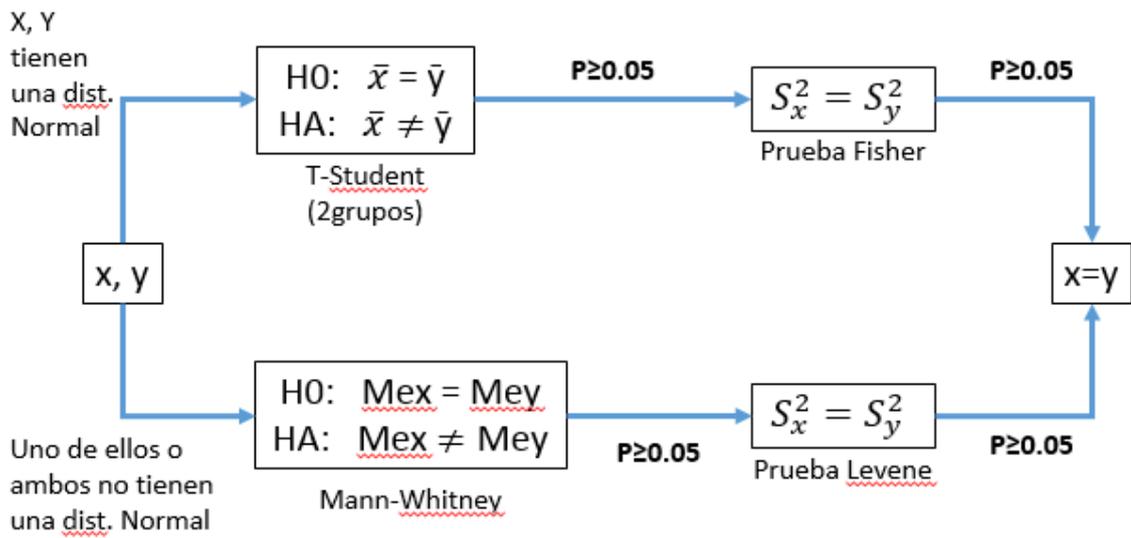
INTEGRANTES:

MORALES FUERTES GIULIANA KATIA

SALCEDO BENDEZU DANIEL

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variables dependientes	Dimensiones	Indicadores	Método
¿Podrá un sistema de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo mejorar la cantidad y calidad de aceite esencial de anís frente a un sistema de arrastre de vapor convencional sin fraccionamiento?	Evaluar la diferencia de la cantidad y calidad de aceite esencial extraído mediante un sistema de extracción por arrastre de vapor convencional frente a un sistema de extracción por arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo.	Mediante la utilización de un sistema de extracción de arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo se obtiene mayor cantidad y mejor calidad de aceite esencial de anís frente a un equipo de extracción de arrastre de vapor convencional sin fraccionamiento.	X: Incremento de la cantidad y calidad de los destilados de aceite esencial de anís obtenidos por los métodos de extracción y fraccionamiento simultáneo frente a la extracción sin fraccionamiento simultáneo.	- Cantidad de aceite esencial de anís. - Calidad de aceite esencial de anís.	- Diferencia entre la cantidad de aceite (mL) por kg de semillas de anís obtenido por extracción y fraccionamiento simultáneo frente a extracción sin fraccionamiento simultáneo. - Diferencia entre el índice de refracción, densidad y viscosidad del aceite obtenido por extracción y fraccionamiento simultáneo frente al aceite obtenido por extracción sin fraccionamiento simultáneo. - Apreciación de la diferencia entre la apariencia, color y olor del aceite obtenido por extracción y fraccionamiento simultáneo frente al aceite obtenido por extracción sin fraccionamiento simultáneo.	- Diferencia de medias con la prueba T-student. - Prueba de significancia de T-student. - Panel de observador.
Problema específico	Objetivos específicos	Hipótesis específica	Variables independientes	Dimensiones	Indicadores	Método
a. ¿Cuál es la calidad y cantidad de aceite esencial de anís obtenido de un sistema de extracción por arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo?	a. Determinar la cantidad y calidad de aceite esencial de anís obtenido de un sistema de extracción por arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo	a. Utilizando un sistema de extracción por arrastre de vapor convencional con fraccionamiento en simultáneo se obtiene aceite esencial de anís con buen rendimiento en cantidad y calidad.	X1: Destilados de aceite esencial de anís por extracción y fraccionamiento simultáneo.	- Cantidad de aceite esencial de anís. - Calidad de aceite esencial de anís	- Mililitros de aceite/Kg de semillas de anís. - Índice de refracción, densidad y viscosidad. - Apariencia, color y olor	- Registro de datos experimentales de volumen de aceite extraído. - Determinación del índice de refracción con refractómetro. - Determinación de la densidad con un picnómetro y viscosidad con un viscosímetro. - Comparación con el patrón.
b. ¿Cuál es la calidad y cantidad de aceite esencial de anís obtenido de un sistema de extracción convencional por arrastre de vapor sin fraccionamiento?	b. Determinar la cantidad y calidad de aceite esencial de anís obtenido de un sistema de extracción convencional por arrastre de vapor sin fraccionamiento.	b. Utilizando un sistema de extracción por arrastre de vapor convencional sin fraccionamiento no asegura un buen rendimiento en cantidad y calidad de aceite esencial de anís.	X2: Destilados de aceite esencial de anís por extracción sin fraccionamiento simultáneo.	- Cantidad de aceite esencial de anís. - Calidad de aceite esencial de anís	- Mililitros de aceite/Kg de semillas de anís. - Índice de refracción, densidad y viscosidad. - Apariencia, color y olor	- Registro de datos experimentales de volumen de aceite extraído. - Determinación del índice de refracción con refractómetro. - Determinación de la densidad con un picnómetro y viscosidad con un viscosímetro. - Comparación con el patrón.

B. Ruta general estadística para el tratamiento de datos



C. Caracterización planta de anís

 UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
 MUSEO DE HISTORIA NATURAL

"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

CONSTANCIA N° 40-USM-2016

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (raíz, tallo y hoja) recibida de **Giuliana Katia MORALES FUERTES**, estudiante de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, ha sido estudiada y clasificada como: ***Tagetes filifolia*** L. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación de Cronquist (1988).

DIVISION: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

SUBCLASE: ASTERIDAE

ORDEN: ASTERALES

FAMILIA: ASTERACEAE

GENERO: *Tagetes*

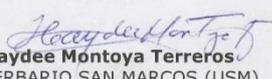
ESPECIE: *Tagetes filifolia* L.

Nombre vulgar: "anís"
Determinado por Mag. Hamilton Beltrán Santiago.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para fines de estudios.

Lima, 11 abril de 2016

 JEFE
Herbario San Marcos


Dra. Haydee Montoya Terreros
JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

DDB

D. Porcentaje de anetol en el sistema de arrastre de vapor con columna de fraccionamiento

 UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

ST-FR-015.00
2016-05-20
Rev. 00

Servicio de Control de Calidad

Pág. 1 de 1

INFORME TECNICO N° IT039-2019

Producto	:	M CC
Documento de Referencia	:	Cotización N° P0111-2019
Lugar de Muestreo	:	----
Muestreado por	:	El Cliente
Acta de Muestreo	:	----
Código del SCC	:	EP082-N30-2019
Cantidad Recibida	:	01 frasco
Presentación	:	Frasco
Forma Farmacéutica	:	----
Número de Lote	:	----
Fecha Vencimiento	:	----
Laboratorio Fabricante	:	----
Análisis Solicitado por	:	Daniel Salcedo Bendezú
Análisis Solicitado	:	Contenido de Anetol
Dirección del Solicitante	:	Jr Industrial - PPJJ. La Flor (Dist. Carabayllo)
Fecha de Recepción	:	26/06/2019

Técnica: USP 42 – NF 37.2019.ANETOL

Prueba Efectuada	Resultado
CONTENIDO DE ANETOL:	87,9 % Método: Cromatografía GC/FID

Lima, 14 de agosto de 2019


UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA
Servicio de Control de Calidad
D.F. CAROLITA LINSY CASAS RAMOS
C.O.F.P. 17067


Universidad Peruana Cayetano Heredia
Servicio de Control de Calidad
MSc. LEÓN F. VILLEGAS VILCHEZ
DIRECTOR

NOTA - Este Informe Técnico solo podrá reproducirse con autorización escrita del Servicio de Control de Calidad de la Universidad Peruana Cayetano Heredia a condición de que se haga en su totalidad y no en forma parcial o fragmentaria.

UNIVERSIDAD ACREDITADA INTERNACIONALMENTE CON MENCIÓN ESPECIAL EN INVESTIGACIÓN

Av. Honorio Delgado N° 430, Urb. Ingeniería, San Martín de Porres / P.O. Box 4314, Lima 100
Directo: (511) 483-2188 / Central: (511) 319-0000 anexos: 2424 ó 2427
e-mail: control.calidad@oficinas-upch.pe / Página Web: www.upch.pe

E. Porcentaje de anetol en el sistema de arrastre de vapor convencional



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

ST-FR-015.00
2016-05-20
Rev. 00

Servicio de Control de Calidad

Pág. 1 de 1

INFORME TECNICO N° IT040-2019

Producto : **M SC**
Documento de Referencia : Cotización N° P0111-2019
Lugar de Muestreo : ----
Muestreado por : El Cliente
Acta de Muestreo : ----
Código del SCC : EP083-N31-2019
Cantidad Recibida : 01 frasco
Presentación : Frasco
Forma Farmacéutica : ----
Número de Lote : ----
Fecha Vencimiento : ----
Laboratorio Fabricante : ----
Análisis Solicitado por : Daniel Salcedo Bendezú
Análisis Solicitado : Contenido de Anetol
Dirección del Solicitante : Jr Industrial - PPJJ. La Flor (Dist. Carabayllo)
Fecha de Recepción : 26/06/2019

Técnica: USP 42 – NF 37.2019.ANETOL

Prueba Efectuada	Resultado
CONTENIDO DE ANETOL:	85,4 % Método: Cromatografía GC/FID

Lima, 14 de agosto de 2019

UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA
Servicio de Control de Calidad
Q.F. CARLITA LEISY CASAS RAMOS
C.Q.F.P. 17067

Universidad Peruana Cayetano Heredia
Servicio de Control de Calidad
MSc. LEÓN F. VILLEGAS VILCHEZ
DIRECTOR

NOTA - Este Informe Técnico solo podrá reproducirse con autorización escrita del Servicio de Control de Calidad de la Universidad Peruana Cayetano Heredia a condición de que se haga en su totalidad y no en forma parcial o fragmentaria.

UNIVERSIDAD ACREDITADA INTERNACIONALMENTE CON MENCIÓN ESPECIAL EN INVESTIGACIÓN

Av. Honorio Delgado N° 430, Urb. Ingeniería, San Martín de Porres / P.O. Box 4314, Lima 100
Directo: (511) 483-2188 / Central: (511) 319-0000 anexos: 2424 ó 2427
e-mail: control.calidad@oficinas-upch.pe / Página Web: www.upch.pe

F. Norma tecnica peruana ntp 319.092

NORMA TÉCNICA NTP 319.092
PERUANA 1974 (revisada el 2016)

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Camelias 815, San Isidro (Lima 27)

Lima Perú

ACEITES ESENCIALES. Aceite esencial de anís

ESSENTIAL OILS. Anis essential oils

2016-07-18
1ª Edición

R.D. N° 015-2016-INACAL/DN. Publicada el 2016-07-22

Precio basado en 04 páginas

I.C.S.: 71.100.60

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Aceite esencial, aceite, anís

© INACAL 2016

© INACAL 2016

Todos los derechos son reservados. A menos que se especifique lo contrario, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia o publicándolo en el internet o intranet, sin permiso por escrito del INACAL.

INACAL

Calle Las Camelias 815, San Isidro
Lima - Perú
Tel.: +51 1 640-8820
administracion@inacal.gob.pe
www.inacal.gob.pe

© INACAL 2016 – Todos los derechos son reservados ⁱ

PRÓLOGO
(de revisión 2016)

A.1 La Norma Técnica Peruana NTP 319.092:1974 (Revisada el 2011) ACEITES ESENCIALES. Aceite esencial de anís, 1ª Edición, se incluyó en el programa de actualización de Normas Técnicas Peruanas que cumplieron 05 años de vigencia.

A.2 La NTP referida, aprobada mediante resolución N° 0022-2011/CNB-INDECOPI, al no contar con ningún Comité Técnico de Normalización activo, fue revisada y puesta a consulta pública. No recibió observaciones por parte de los representantes de los sectores involucrados: producción, consumo y técnico.

A.3 La Dirección de Normalización (DN), procedió a mantener su vigencia, previa revisión final, aprobando la versión revisada el 18 de julio de 2016.

NOTA: Cabe resaltar que la revisión de la presente NTP se ha realizado con el objetivo de determinar su vigencia, mas no su actualización.

A.4 Los métodos de ensayo y de muestreo cambian periódicamente con el avance de la técnica. Por lo cual, recomendamos consultar en el Centro de Información y Documentación del INACAL, la vigencia de los métodos de ensayo y de muestreo citados en esta NTP.

A.5 La presente Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 319.092:1974 (Revisada el 2011) ACEITES ESENCIALES. Aceite esencial de anís, 1ª Edición.

PRÓLOGO
(de revisión 2016)

A.1 La Norma Técnica Peruana NTP 319.092:1974 (Revisada el 2011) ACEITES ESENCIALES. Aceite esencial de anís, 1ª Edición, se incluyó en el programa de actualización de Normas Técnicas Peruanas que cumplieron 05 años de vigencia.

A.2 La NTP referida, aprobada mediante resolución N° 0022-2011/CNB-INDECOPI, al no contar con ningún Comité Técnico de Normalización activo, fue revisada y puesta a consulta pública. No recibió observaciones por parte de los representantes de los sectores involucrados: producción, consumo y técnico.

A.3 La Dirección de Normalización (DN), procedió a mantener su vigencia, previa revisión final, aprobando la versión revisada el 18 de julio de 2016.

NOTA: Cabe resaltar que la revisión de la presente NTP se ha realizado con el objetivo de determinar su vigencia, mas no su actualización.

A.4 Los métodos de ensayo y de muestreo cambian periódicamente con el avance de la técnica. Por lo cual, recomendamos consultar en el Centro de Información y Documentación del INACAL, la vigencia de los métodos de ensayo y de muestreo citados en esta NTP.

A.5 La presente Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 319.092:1974 (Revisada el 2011) ACEITES ESENCIALES. Aceite esencial de anís, 1ª Edición.

ENTIDAD	REPRESENTANTE
Flavorist Senior – Sensoria	María del Pilar Chávez
Esencias Químicas S.A.C.	Miguel Sarria Gustavo Salazar
Plantex S.A.C.	Paola Lazo
DIGEMID	Betty Vadillo
Universidad Peruana Cayetano Heredia	Gilma Fernandez Graciela Untiveros
PUCP	Ana Pastor Eric Cosio
Colegio de Químicos del Perú	Gloria Tomás
Alex Stewart (Assayers) del Perú S.R.L.	Luis Arca Karyn Loo

—oooOooo—

ACEITES ESENCIALES. Aceite esencial de anís

NORMAS A CONSULTAR

NTP 319.075 ¹	ACEITES ESENCIALES. Determinación del índice de refracción
NTP 319.076	ACEITES ESENCIALES. Determinación del poder rotatorio específico y de la desviación polarimétrica
NTP 319.077	ACEITES ESENCIALES. Preparación de la muestra para análisis
NTP 319.079	ACEITES ESENCIALES. Extracción de muestras
NTP 319.080	ACEITES ESENCIALES. Envases
NTP 319.081 ²	ACEITES ESENCIALES. Determinación de la densidad y de la densidad relativa
NTP 319.082	ACEITES ESENCIALES. Determinación del punto de congelación
NTP 319.083	ACEITES ESENCIALES. Rotulado

¹ La NTP 319.075 fue dejada sin efecto y ha sido reemplazada por la NTP-ISO 280:2011 ACEITES ESENCIALES. Determinación del índice de refracción

² La NTP 319.081 fue dejada sin efecto y ha sido reemplazada por la NTP-ISO 279:2011 ACEITES ESENCIALES. Determinación de la densidad relativa a 20 °C. Método de referencia

1 OBJETO

La presente Norma Técnica Peruana establece los requisitos que debe cumplir el aceite esencial de anís.

2 DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN

aceite esencial de anís: Es el aceite esencial aromático y sávido obtenido por destilación con vapor de agua del fruto del anís (*Pimpinella anisum L*) o del fruto del anís estrellado (*Illicium verum*).

3 REQUISITOS

3.1 Características organolépticas

3.1.1 **Aspecto:** Líquido cristalino.

3.1.2 **Color:** Incoloro o ligeramente amarillo.

3.1.3 **Olor:** De anisado, aromático, que recuerda al del anetol.

3.2 Características físicas

3.2.1 Densidad relativa a 20 °C

Mínimo	0,980
Máximo	0,990

3.2.2 Índice de refracción a 20 °C

Mínimo	1,552
Máximo	1,559

3.2.3 Desviación polarimétrica a 20 °C en tubo de 1 dm

Comprendida entre - 2 °C y + 2 °C .

3.2.4 Solubilidad en alcohol etílico a 90 % (en volumen) a 20 °C :

3.2.4.1 Soluble en 3 volúmenes de alcohol.

3.2.4.2 Para un volumen de aceite esencial, no debe ser necesario utilizar más de 3 volúmenes de alcohol etílico para obtener una solución límpida o ligeramente opalescente.

3.2.5 Punto de congelación

Mínimo	15 °C
Máximo	19 °C

4 EXTRACCIÓN DE MUESTRAS Y RECEPCIÓN

4.1 El muestreo se efectuará de acuerdo a la NTP 319.079 .

4.2 El volumen mínimo de 25 ml de la muestra a ensayar, permite efectuar por lo menos 1 vez, cada uno de los ensayos necesarios.

5 MÉTODOS DE ENSAYO

Los ensayos se efectúan de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas correspondientes.

6 ENVASE Y ROTULADO

6.1 Envases

6.1.1 Deberán cumplir con lo establecido en la NTP 319.080 .

6.2 Rotulado

6.2.1 Deberá cumplir con la NTP 319.083 .

6.2.2 Deberá indicarse:

6.2.2.1 Según corresponda, se denominará:

“Aceite Esencial de Anís” (*Pimpinella anisum*) ó

“Aceite Esencial de Anís Estrellado” (*Illicium verum*).

6.2.2.2 Marca.

6.2.2.3 Peso bruto, tara y peso neto, en unidades del Sistema Métrico Decimal.

6.2.2.4 Cualquier otro dato exigido por Ley o Reglamento.