

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y
AGROINDUSTRIAL**

**DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA ELABORACIÓN DE UN
DESHIDRATADO PARA INFUSIONES DE SUNFO *Clinopodium
nubigenum (Kunth) Kuntze***

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

PAÚL ANDRÉS CORAL ROBALINO

DIRECTORA: JENNY CUMANDÁ RUALES NÁJERA Ph.D.

Email: paulcoralr1@gmail.com

Quito, noviembre de 2018

© Escuela Politécnica Nacional (2018)
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo, Paúl Andrés Coral Robalino, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que se he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y en la Normativa Institucional vigente.

Paúl Andrés Coral Robalino

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Paúl Andrés Coral Robalino, bajo mi supervisión.

Jenny Ruales Ph.D.

DIRECTORA DE PROYECTO

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁGINA
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN	xii
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1. Sunfo <i>Clinopodium nubigenum</i> (Kunth) Kuntze	1
1.1.1. Origen	1
1.1.2. El Sunfo en Ecuador	2
1.1.3. Caracterización taxonómica del sunfo	3
1.1.3.1. Clasificación taxonómica	3
1.1.4. Descripción botánica	4
1.1.4.1. Descripción general	4
1.1.4.2. Descripción específica	5
1.1.5. Requerimientos agroclimáticos	7
1.1.5.1. Cultivo	7
1.1.5.2. Clima	7
1.1.5.3. Suelo	8
1.1.5.4. Preparación del suelo	8
1.1.6. Labores culturales	9
1.1.6.1. Duración de la plantación	10
1.1.6.2. Fertilización	10
1.1.6.3. Plagas y enfermedades	11
1.1.6.4. Cosecha	12
1.1.6.5. Post cosecha	14
1.1.7. Propagación	14
1.1.8. Principios activos	16
1.1.9. Usos y propiedades	16
1.1.10. Importancia a nivel industrial	17
1.2. Secado de plantas aromáticas y medicinales	18
1.2.1. Tipo de secado	18
1.2.2. Estática de secado	19
1.2.3. Humedad	20

1.2.4. Humedad de equilibrio	21
1.2.5. Cinética del secado	21
1.2.5.1. Período de secado	21
1.2.5.2. Secado natural	21
1.2.5.3. Secado mecánico	22
1.2.5.4. Tipos de secado mecánico	22
1.2.6. Mecanismo de secado	22
1.2.6.1. Diseño de curvas de secado	23
1.3. Diseño de plantas de secado para plantas aromáticas	23
1.3.1. Requerimientos para el diseño de la planta de producción	25
1.3.2. Estudio del tamaño	25
1.3.2.1. Factores que determinan el tamaño	26
1.4. Características de calidad y composición	32
1.4.1. Composición	32
1.4.2. Organolépticas	32
1.4.3. Físico químicas	32
1.4.4. Microbiológicas	33
1.4.5. Empaque del Sunfo	34
2. METODOLOGÍA	35
2.1. Comprobación taxonómica de la planta de Sunfo	35
2.1.1. Recolección	35
2.1.2. Identificación taxonomía del Sunfo	35
2.1.3. Pesaje	36
2.1.4. Determinación de humedad	36
2.2. Caracterización fitoquímica del Sunfo	36
2.3. Métodos para la caracterización del deshidratado: físico-químico y sensoriales	37
2.3.1. Deshidratación del Sunfo	38
2.3.2. Materiales usados	39
2.3.3. Prueba de secado de Sunfo	40
2.3.4. Construcción de curvas de secado	40
2.4. Evaluación del efecto de temperatura y flujo de aire sobre las características determinantes en el proceso de deshidratación del Sunfo.	41
2.4.1. Designación de códigos	42

2.4.2. Diseño experimental	42
2.4.3. Análisis microbiológico	43
2.5. Diseño de planta de producción para deshidratado de Sunfo	44
2.5.1. Definición del producto	45
2.5.2. Tecnología del proceso	45
2.5.2.1. Recepción y Pesaje	45
2.5.2.2. Lavado	45
2.5.2.3. Centrifugado	45
2.5.2.4. Secado	46
2.5.2.5. Empaque	46
2.5.2.6. Almacenamiento	46
2.5.3. dimensionamiento y selección de equipos	46
2.5.4. Balance de masa y energía	47
2.6. Estudio de pre factibilidad financiera	48
2.6.1. Inversiones	48
2.6.2. Inversiones fijas	48
2.6.3. Punto de equilibrio	49
2.6.4. Indicadores financieros	49
2.6.4.1. Valor actual neto (VAN)	49
2.6.4.2. Tasa interna de retorno (TIR)	49
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
3.1. Caracterización taxonómica y fitoquímica del Sunfo	50
3.1.1. Identificación taxonómica	50
3.1.2. Descripción física de la planta de Sunfo	51
3.1.3. Determinación de humedad	52
3.1.4. Extracción de aceite esencial de Sunfo	52
3.1.5. Rendimiento de aceite de Sunfo (hojas, muestra seca)	53
3.1.6. Rendimiento de aceite de Sunfo (hojas y tallos, muestra fresca)	53
3.2. Caracterización fitoquímica del Sunfo	54
3.3. Caracterización del deshidratado: físico-químico y sensoriales	55
3.3.1. Curvas de secado de sunfo	55
3.4. Evaluación del efecto de la temperatura y el flujo de aire en las características determinantes en el proceso de deshidratación del sunfo	66

3.4.1. Análisis sensorial	66
3.4.2. Análisis estadístico	68
3.4.3. Análisis microbiológico	72
3.4.3.1. Análisis microbiológicos de muestra secada A 40 °C.	72
3.4.3.2. Análisis microbiológicos de muestra secada a 50 °C.	73
3.4.3.3. Análisis microbiológicos de muestra secada a 60 °C.	73
3.5. Diseño de la planta de producción del deshidratado de Sunfo	74
3.5.1. Localización	74
3.5.2. Tamaño de la planta	75
3.5.2.1. Infraestructura	76
3.5.3. Flujograma del proceso	77
3.5.3.1. Recepción y pesaje	78
3.5.3.2. Lavado	78
3.5.3.3. Centrifugado	78
3.5.3.4. Deshidratado	78
3.5.3.5. Empaque	79
3.5.3.6. Almacenamiento	79
3.5.4. Dimensión, especificaciones y selección de equipos	79
3.5.5. Balance de masa	81
3.5.6. Balance de energía	82
3.6. Analisis Financiero	85
3.6.1. Inversión	85
3.6.2. Inversión inicial	85
3.6.2.1. Inversión fija	86
3.6.2.2. Capital de trabajo	87
3.6.3. Estado de pérdida y ganancias	88
3.6.4. Punto de equilibrio	90
3.6.5. Indicadores financieros	92
3.6.5.1. Valor actual neto (VAN)	92
3.6.5.2. Tasa interna de retorno (TIR)	93
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	94
4.1. Conclusiones	94
4.2. Recomendaciones	95

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
ANEXOS	104

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1.1. Requerimientos microbiológicos para infusiones de plantas.	33
Tabla 2.1. Equivalencias utilizadas en el análisis químico cualitativo	37
Tabla 2.2. Materiales utilizados en el tratamiento de la planta de Sunfo	39
Tabla 3.1. Resultados de la extracción del aceite esencial	52
Tabla 3.2. Rendimiento de aceite de Sunfo (Hojas, muestra seca)	53
Tabla 3.3. Rendimiento de aceite de Sunfo (Hojas y tallos, muestra fresca)	53
Tabla 3.4. Análisis fitoquímico	54
Tabla 3.5. Tiempo de secado	56
Tabla 3.6. Análisis microbiológico muestra secada a 40° C.	72
Tabla 3.7. Análisis microbiológico muestra secada a 50 °C.	73
Tabla 3.8. Análisis microbiológico muestra secada a 60 °C.	74
Tabla 3.9. Maquinaria y equipos	80
Tabla 3.10. Inversión fija	86
Tabla 3.11. Inversión activos fijos intangibles	87
Tabla 3.12. Capital de trabajo proyectado	88
Tabla 3.13. Estado de pérdidas y ganancias	89
Tabla 3.14. Costo total vs ingresos por ventas	90
Tabla 3.15. Valor actual neto	92

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1.1 Planta de Sunfo	1
Figura 1.2. Mapa de la distribución geográfica del Sunfo en el Ecuador	2
Figura 1.3. Sunfo florecido	5
Figura 1.4. Plantaciones de Sunfo	6
Figura 2.1. Deshidratación de muestras de Sunfo	39
Figura 2.2. Preparación de secado	40
Figura 2.3. Esquema de designación de códigos para muestras	42
Figura 3.1. Muestra para caracterización taxonómica de Sunfo <i>Clinopodium nubigenum</i> (Kunth) Kuntze	50
Figura 3.2. Montaje de la muestra de Sunfo recolectada para comparación con las muestras de la colección botánica del herbario.	51
Figura 3.3. Curva de secado de sunfo a temperatura de 60 °C flujo 7.	57
Figura 3.4. Curva de secado de Sunfo a temperatura de 60 °C flujo 5.	58
Figura 3.5. Curva de secado de Sunfo a temperatura de 60 °C flujo 3.	59
Figura 3.6. Curva de secado de Sunfo a temperatura de 50 °C flujo 7.	60
Figura 3.7. Curva de secado de Sunfo a temperatura de 50 °C flujo 5.	61
Figura 3.8. Curva de secado de Sunfo a temperatura de 50 °C flujo 3.	62
Figura 3.9. Curva de secado de Sunfo a temperatura de 40 °C flujo 7.	63
Figura 3.10. Curva de secado de Sunfo a temperatura de 40 °C flujo 5.	64
Figura 3.11. Curva de secado de Sunfo a temperatura de 40 °C. Flujo 3.	65
Figura 3.12. Análisis sensorial de deshidratado de Sunfo a tres temperaturas y 3 flujos	67
Figura 3.13. Análisis de varianza relación al color	68
Figura 3.14. Análisis de varianza relación al olor	69
Figura 3.15. Análisis de varianza relación al sabor	70
Figura 3.16. Análisis de varianza relación a detección de sabores extraños	71
Figura 3.17. Vista satelital de la comunidad campesina El Chaupi	75
Figura 3.18. Flujograma del proceso de secado del Sunfo	77
Figura 3.19. Proceso de secado de Sunfo <i>Clinopodium nubigenum</i> (Kunth) Kuntze	79
Figura 3.20. Balance masa para el proceso de transformación del Sunfo	81
Figura 3.21. Balance de energía en el proceso de secado de Sunfo	82

Figura 3.22. Punto de equilibrio

91

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
Anexo I	
Figura A1. Hojas de Sunfo recolectadas para proceso de secado	105
Anexo II	
Figura A2: Tratamiento, selección y clasificación de muestras recolectadas de Sunfo	106
Anexo III	
Figura A3: Screening fitoquímico del Sunfo	107
Anexo IV	
Figura A4: Determinación de humedad y rendimiento de aceite esencial del Sunfo	108
Anexo V	
Figura A5: Especificaciones técnicas INEN	117
Anexo VI	
Figura A6: Resultado obtenido en Infostat en relación al análisis de varianza relación color	al 118
Anexo VII	
Figura A7: Resultado obtenido en Infostat en relación al análisis de varianza relación olor	al 119
Anexo VIII	
Figura A8. Resultado obtenido en Infostat en relación al análisis de varianza relación sabor	al 120
Anexo IX	
Figura A9. Resultado obtenido en Infostat en relación al análisis de varianza relación sabores extraños	a 121
Anexo X.	
Balance de masa en el proceso de producción	122
Figura A10. Balance de masa en el proceso de recepción del Sunfo	122
Figura A11. Balance de masa en el proceso de lavado y centrifugado	123
Figura A12. Balance de masa en el proceso de deshidratación del Sunfo	123
Figura A13. Balance de masa en el proceso de empacado del producto final “infusión de Sunfo”	124
Anexo XI.	
Balance de energía del proceso	125

Anexo XII.

Estudio Financiero	127
Tabla A1. Inversión de activos fijos	127
Tabla A2. Inversión activos fijos intangibles	127
Tabla A3. Tabla de amortización de activos fijos	128
Tabla A4. Estado de resultados	128
Tabla A5. Balance general proyectado a 5 años	129
Tabla A6. Capital de trabajo	130
Tabla A7. Materia prima directa	131
Tabla A8. Costos fijos mensuales para la producción	131
Tabla A9. Cálculo de VAN y TIR	132
Figura A14. Gráfico punto de equilibrio	132

RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolló el diseño de una planta para la elaboración de un deshidratado para infusión de Sunfo (*Clinopodium nubigenum (Kunth) Kuntz*), con la finalidad de potenciar una planta típica de la región Andina del Ecuador. El Sunfo tiene propiedades medicinales conocidas por la población en general, con características organolépticas agradables y poco explotadas comercialmente. La planta obtenida del sector El Chaupi, ubicado en el cantón Mejía en la Provincia de Pichicha fue identificada botánicamente en conjunto con el personal del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Central del Ecuador. Para determinar las condiciones óptimas del proceso productivo se aplicaron 9 tratamientos para el secado con temperaturas de 60, 50 y 40 °C y flujos de 7, 5 y 3 unidades. Mediante la elaboración y análisis de las curvas de secado se determinaron las condiciones óptimas para el secado: temperatura de 50 °C y flujo 5 por un tiempo no mayor a 4h. Se realizó encuestas a especialistas y potenciales consumidores, determinándose que el deshidratado para infusión de Sunfo tiene características organolépticas más apetecibles al realizar un secado a 50 °C con un flujo de 7 o 5 unidades. Se determinó que el secado a 60 °C altera el sabor del deshidratado debido a la pérdida de componentes volátiles de la planta. El secado a 40 °C no es eficiente en tiempo y redujo un menor porcentaje de humedad, además permite la proliferación de microorganismos termófilos, por lo cual se determinó que no es adecuado efectuar el secado a esta temperatura. Finalmente se realizó un análisis financiero, mediante el cual se demostró la factibilidad económica de la planta de procesamiento, obteniéndose un excedente de 2 087,00 USD de acuerdo a lo indicado en el VAN, una TIR del 39,46% y un punto de equilibrio de 16 758 unidades.

Palabras clave: Sunfo, Deshidratado, Infusión, Curvas de Secado, Análisis Financiero.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo muestra una alternativa para potenciar el cultivo del Sunfo, una planta típica del páramo andino ecuatoriano y surge como respuesta ante la problemática de la desaparición de especies nativas. El Ecuador atraviesa por un momento crítico en el sector agrícola, la falta de rentabilidad, incentivos económicos y facilidades para el desarrollo de cultivos han provocado que los pequeños agricultores abandonen el campo e incursionen en otras actividades. La agricultura tradicional ha perdido espacio frente a las grandes extensiones de monocultivo industrializado y varias especies endémicas han desaparecido o se ha reducido su cultivo en gran medida. En vista de esta situación, en el presente trabajo se plantea el diseño de una planta de producción de deshidratado para infusión de Sunfo *Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze, dándole valor agregado a un producto que tradicionalmente se lo expende como planta medicinal pero sin un proceso adecuado, lo cual en el plano social genera fuentes de empleo y brinda una opción significativa de progreso para el agricultor del sector El Chaupi, lugar de donde se obtuvo la materia prima empleada en este estudio, ubicado en el cantón Mejía provincia de Pichincha, Ecuador. Esta planta tiene características muy apetecidas por la sociedad actual, pues se le han atribuido propiedades antioxidantes, antitrombóticas, combaten fragilidad capilar, protegen al hígado y estómago, capacidad antibacteriana, antiinflamatoria y analgésica. Además, tiene la ventaja de ser un cultivo ya adaptado a la región interandina, por lo cual se reduce los costos de fertilización y fitosanitarios. Dados los beneficios y las ventajas del cultivo se requiere encontrar las condiciones de procesamiento que permitan elaborar un producto de calidad y rentable económicamente. En este sentido, se desarrolla a continuación un estudio en el cual se buscará las condiciones óptimas en relación a temperatura, flujo de aire y tiempo de secado, así como las preferencias de los consumidores respecto a las características organolépticas de la infusión y un análisis financiero que determine la factibilidad de implementar la planta de producción.

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. SUNFO *CLINOPODIUM NUBIGENUM (KUNTH) KUNTZE*

1.1.1. ORIGEN

Ecuador es un país con una gran riqueza biológica, razón por la cual es catalogado como país mega diverso, puesto que posee una extensa variedad de especies vegetales por metro cuadrado de extensión, entre las cuales existe una gran cantidad de plantas medicinales y aromáticas. Dentro de este grupo de plantas se encuentra el Sunfo *Clinopodium nubigenum (Kunth) Kuntze*, misma que se observa en la Figura 1.1, es una planta aromática perteneciente a la familia Lamiaceae, también conocida con el nombre de *Micromeria nubigena (Kunth) Benth.*, *Satureja nubigena (Kunth) Briq.*, *Thymus nubigenus Kunth* (Trópicos, 2010, p. 1).



Figura 1.1 Planta de Sunfo

(Fourier, 2015)

De acuerdo a UTN, (2008), la planta de Sunfo es una especie nativa del Ecuador, propiamente del páramo El Ángel perteneciente al cantón Espejo (p.21); se la puede encontrar también en las provincias de Bolívar, Pichincha, Chimborazo, Tungurahua, Cañar, Azuay y Cotopaxi. Además, está presente en países vecinos

como: Colombia, Perú, Venezuela, y el resto de Latinoamérica de forma extendida y se ubica desde los 3 200 hasta los 4 300 msnm (UTN, 2008, p. 20)

1.1.2. EL SUNFO EN ECUADOR

El Sunfo es una planta poco conocida por la población general, razón por la cual carece de un desarrollo y protección adecuada que permita el impulso de su frontera agrícola, es producida en condiciones adversas, sobre el pastoreo del ganado vacuno y caballar, siendo afectado también por cultivos transitorios, en la Figura 1.2 se determina la distribución geográfica a nivel nacional de ésta planta (UTN, 2008 p. 20).



Figura 1.2. Mapa de la distribución geográfica del Sunfo en el Ecuador

Tradicionalmente, el uso del Sunfo está limitado al consumo casero de poblaciones rurales en el páramo andino, con la finalidad de aliviar dolores musculares debido a sus propiedades antiespasmódicas (Burgo & Barrera, 2002, pp. 24-46).

La recolección de flores del Sunfo, se realiza antes que éstas se abran en su totalidad para conservar su aroma. Finalmente se recolectan tallos y ramas, las cuales contienen elevadas cantidades de aceites esenciales que se deben a que poseen la función de transporte de sustancias a través del xilema y floema poseen. Los tallos y ramas deben ser recolectados después del desarrollo de las hojas, sin embargo, unos días antes de la floración.

El hábitat del Sunfo cultivado generalmente es un huerto o el jardín de una casa, es decir que no se realizan cultivos extensivos o de carácter formal debido a que se las utiliza en mayor medida como planta ornamental. El Sunfo silvestre crece en zonas altas y con elevada humedad, cercanas a ríos u ojos de agua (UTN, 2008, pp. 22).

1.1.3. CARACTERIZACIÓN TAXONÓMICA DEL SUNFO

El Sunfo es una planta perteneciente a la familia Lamiacea, la cual comprende a más de 3 500 especies vegetales, con aproximadamente 200 géneros, comprendidas por hierbas perennes, también constan algunos sub arbustos y raramente árboles o trepadoras, las plantas de esta familia son de gran productividad debido a su alto contenido de aceites esenciales en todos los órganos de la planta (Vega, 2001, p. 201).

1.1.3.1. Clasificación Taxonómica

Reino: Plantae

Clase: Equisetopsida C. Agardh

Subclase: Magnoliidae Novák ex Takht.

Superorden: Asteranae Takht.

Orden: Lamiales Bromhead

Familia: Lamiaceae Martinov

Género: *Clinopodium* L.

Especie: *C. nubigenum*

Nombre Científico: *Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze

Sinónimos: *Micromeria nubigena*. *Satureja nubigera*

Nombre Común: Sunfo, sunfillo, surumba (Caicedo y Otavalo, 2007, p.7).

Cabe mencionar que, la realización del análisis fitoquímico de la muestra de la planta de Sunfo, se realiza según la muestra proporcionada, sea esta de flores, tallos u hojas secas, lo cual facilita la determinación de presencia o ausencia de los siguientes elementos.

- Coumarinas
- Triterpenos y esteroides
- Glicósidos cardiotónicos
- Aceites fijos
- Taninos
- Saponinas
- Flavonoides
- Aceites esenciales
- Antraquinonas

1.1.4. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

A continuación, se realiza la descripción botánica del Sunfo, tanto a nivel general como específica.

1.1.4.1. Descripción general

Como se puede observar en la Figura 1.3, el Sunfo es un tipo de hierba terrestre rastrera o postrada a 15 cm de altura caracterizada por su gran intensidad de aroma, cuyos tallos son de color café rojizo, cubierta de tricomas o vellosidades

de color blanco. Sus hojas son opuestas con una medida aproximada de 4 mm de largo acumuladas entre los tallos, en las cuales se ubican las flores en solitario, sus pétalos son de color lila muy claro y con un color oscuro en el centro. Es una planta conocida comúnmente como “Sunfo, sunfillo o surumba”, que habita en casi todos los páramos y regiones elevadas del Ecuador, propia de lugares húmedos y cercanos a las vertientes naturales de agua (Varea, 2010, p.99).



Figura 1.3. Sunfo florecido

(Vares, 1992, p. 65)

1.1.4.2. Descripción específica

El tallo es de forma cuadrangular, cuenta con ángulos notorios y prominentes, con una corteza ligeramente exfoliante, principalmente en los tallos de mayor edad, con un color café rojizo característico, cubierto de pelos o tricomas esparcidos de color blanco y distinguido por contar con una ramificación típicamente verticilada (Calderón y Rzedowsky, 2010, p. 26).

Como se observa en la figura 1.4, las flores del Sunfo son labiadas, zigomorfas y vistosas, 5 pétalos desiguales de tonalidad lila muy claro y en su centro con una coloración oscura, los pétalos miden de 3 a 5 mm, posee 5 sépalos de color verde, estambres basifijos con filamentos curvos y desarrolla un fruto seco indehiscente tetraquenio (Jorgensen y Yáñez, 2000, p. 45).



Figura 1.4. Plantaciones de Sunfo

(Álvarez, 2007, p. 12)

a) Hábitat del Sunfo; b) Plantaciones; c) Cultivo

Las hojas son simples opuestas, con una medida aproximada de 4 mm de largo y 3 mm de ancho; su forma es lanceolada oval y se identifican por poseer un ápice que va de recto a obtuso, una base ligeramente truncada y un borde entero o levemente sinuoso (Calderón y Rzedowsky, 2010, p. 28).

1.1.5. REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS

1.1.5.1. Cultivo

El cultivo más amplio dentro del Ecuador se lo realiza principalmente en las ciudades de El Ángel, y Mira en la provincia del Carchi, y en los sectores de El Consuelo y Mascarilla, donde se conoce los beneficios económicos y para la salud del Sunfo. Es decir que el suelo y las condiciones ambientales de la región norte del Ecuador son las más apropiadas para el cultivo de esta planta (Mayanquer y Slazar, 2009, p. 20).

Respecto al cultivo de plantas medicinales resulta indispensable efectuar una adecuada gestión, así como unos cuidados intensivos; considerando que tanto las condiciones de cultivo como su duración cambian los niveles de calidad de la planta. Cabe recordar que vegetales medicinales que se necesite. Si no existen datos científicos publicados o documentados sobre el cultivo, deben aplicarse los métodos de cultivo tradicionales, siempre que sea viable y en su defecto, se debe desarrollar uno mediante la investigación y aplicando adecuados principios y técnicas agronómicas de conservación, permitiendo que se mejore el contenido orgánico y la humedad idónea del suelo (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2003, p.17).

1.1.5.2. Clima

El Sunfo *Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze se desarrolla en el clima frío característico de las tierras andinas que va desde los 10 hasta los 15 °C. Pero se puede desarrollar incluso en un clima semitropical a temperatura máxima de 26 °C (AME, 2014, p. 5).

1.1.5.3. Suelo

El suelo ideal para la plantación de Sunfo debe ser preferentemente arcilloso o limoso, debe ser un suelo aireado, permeable y bien drenado, con la finalidad de permitir y favorecer la circulación del aire y agua, condiciones fundamentales para el apropiado proceso de crecimiento y desarrollo de este tipo de plantas, tanto si se siembra en maceta o jardín, se puede agregar compuestos orgánicos y arena para mejorar la relación carbono - nitrógeno del suelo. Las proporciones adecuadas son partes iguales de tierra, fertilizante orgánico y arena gruesa limpia, es decir 33 % de cada uno de estos componentes (Calderón y Rzedowsky, 2010, p. 15).

El Sunfo se desarrolla en una variedad de suelos que retienen gran cantidad de agua, siendo convenientes los suelos areno-arcillosos, francos, ligeros, humíferos o terrenos de aluvión, también se desarrolla en suelos calcáreos, fértiles y de buen drenado.

Según AME (2014), el pH ideal del suelo para el cultivo de Sunfo debe fluctuar entre 6 y 7,5; es decir preferentemente neutro, pero puede variar desde ligeramente ácido a ligeramente alcalino. En suelos secos y compactos, el desarrollo de la planta es atenuado y su rendimiento se ve disminuido (p.3).

1.1.5.4. Preparación del suelo

En los cultivos tecnificados se efectúa a través del arado y rastreado, ambos procesos son indispensables para conseguir un suelo adecuadamente disgregado. Debido a que el cultivo de Sunfo se lo realiza a pequeña escala, el arado se lo realiza usualmente de forma manual, a diferencia de los cultivos extensivos que emplean maquinaria pesada para este proceso. Además, es muy

importante realizar la nivelación del suelo, con la finalidad de evitar la generación de acumulaciones de agua o la formación de depresiones, lo cual produce que la distribución de agua sea irregular (Calderón y Rzedowsky, 2010, p. 18).

No es necesario la elaboración de camas o montículos de tierra ya que se trata de una planta con gran capacidad de absorción de agua. A pesar de ser una planta característica del páramo andino, crece sin dificultad en terrenos de abundante humedad; lo cual permite realizar un adecuado y eficiente uso del recurso hídrico y aprovechamiento del agua proveniente de vertientes y de la lluvia (López y Contreras, 2008, p. 15).

1.1.6. LABORES CULTURALES

El terreno donde se cultiva el Sunfo debe estar libre de malezas, ya que éstas a más de dificultar el crecimiento de la planta interfiere en factores como la esencia, puede conferir sabores extraños, entre otras afectaciones que conllevan a la reducción de la calidad del producto o de cualquier derivado de la mismo (NARMAP, 1996, p. 15).

Es importante realizar estudios que relacionen a las especies catalogadas como malezas para conocer las afecciones que podría ocasionar a la plantación de Sunfo; además, mediante revisión bibliográfica, se seleccionarán los procedimientos más efectivos para combatir dichas malezas (IITA, 1997, p. 79).

En cuanto al riego, se debe tomar en cuenta la frecuencia y constancia del mismo, considerando que el Sunfo es una planta andina proveniente de los páramos ecuatorianos, por lo que esta especie demanda alto porcentaje de agua; en el caso de que el cultivo este expuesto a sequías se debe contar con una planificación sobre riego controlado el cual puede ser: por goteo, por aspersión, entre otros, garantizando el crecimiento óptimo de la planta (NARMAP, 1996, p. 17).

1.1.6.1. Duración de la plantación

Generalmente la planta de Sunfo suele vegetar diversos años en un mismo suelo, ya que es un cultivo perdurable, tal como: la menta (*Mentha piperita* L.), el orégano (*Origanum vulgare*) y la hierba buena (*Mentha rotundifolia*), esta característica afecta a la productividad y calidad del cultivo, por lo que se considera imprescindible realizar plantaciones anuales o máximo bianuales (Zúñiga, 2004, p. 13).

Es importante tomar en cuenta que durante el primer año del cultivo es fácil distinguir las líneas de plantación, favoreciendo el control de malezas, con el paso del tiempo la densidad del cultivo es mayor por lo que se complica dicho control, este hecho justifica que el cultivo sea renovado con una periodicidad anual, ya que una vez desarrollada la plantación resulta imposible e inviable mecanizar la lucha contra cualquier tipo de maleza (Zúñiga, 2004, p. 15).

1.1.6.2. Fertilización

El uso de una misma superficie de cultivo de Sunfo no es recomendable, ya que afecta a la disminución tanto de materia orgánica como inorgánica las cuales son de suma importancia para el crecimiento de la planta; lo que conlleva al uso desmedido de fertilizantes sintéticos (Baraona y Sancho, 2011, p. 24).

El fertilizante adquirido se debe aplicar considerando el estudio previo de las características físicas y químicas del mismo; para un mejor rendimiento del fertilizante a utilizar se debe tomar en cuenta la dosis que la planta requiere, el tipo de cultivo y ciertas características del suelo como humedad, tipo de suelo entre otras (Cortés, 2004, p. 247).

Para un adecuado cultivo orgánico se debe considerar tanto la asociación como la rotación de cultivos y un método efectivo para conservar el estado del suelo fértil y altos rendimientos en los cultivos (Cock, 2010, p. 120).

1.1.6.3. Plagas y Enfermedades

Entre las posibles plagas y enfermedades que pueden afectar al cultivo de plantaciones de Sunfo se menciona lo siguiente:

Plagas

Cortadores, coleópteros, hormigas, bichos, entre otros, que pueden producir daños a ciertas partes de la planta o dependiendo de la gravedad a la planta completa.

Enfermedades

- **Antracnosis:** Es causada por el hongo (*Sphaceloma menthae*), se caracteriza por la aparición de manchas grises y bordes rojizos en hojas jóvenes, pueden diseminarse hasta los brotes provocando la caída y muerte de los mismos (Centeno, 2003, p. 170).
- **Pulgón lanígero:** Es una enfermedad que se sitúa en las raíces y desencadena notables daños significativos (Jacas, Caballero, & Ávila, 2005, p. 115).
- **Roya:** Es producida por un hongo (*Puccinia menthae*) que ataca hojas y tallos. Se caracteriza por la aparición de pústulas amarillentas que se oscurecen hasta un tono pardo, provocando la caída de las hojas (Herbotecnia, 2008, p. 2).

De acuerdo a Rogg (2000), para evitar la proliferación de plagas y enfermedades que afecten al Sunfo, se debe tomar en cuenta las siguientes recomendaciones (pp. 9-89):

- Seleccionar un terreno en el que previamente no se haya cultivado plantaciones de Sunfo o similares de dicha familia, a fin de optimizar el uso del suelo (Rogg, 2000, p. 9).

- Elegir partes vegetativas y plantas sanas, de manera que se favorezca la multiplicación de plantaciones nuevas (Rogg, 2000, p. 59).
- Llevar a cabo un proceso adecuado de lavado y desinfección de los estolones y plantas, esto se consigue con: soluciones de Sulfato de nicotina 300 cm³, jabón 0,25 kg, agua 100 litros (Rogg, 2000, p. 89).

1.1.6.4. Cosecha

Como hoja seca: La cosecha para este estado del Sunfo se realiza antes o al inicio del proceso de floración (Muñoz, 2012, p. 57).

Para efectos de producción de esencia: Se debe realizar en la etapa de floración plena, debido a que, es la etapa cuando el contenido total de los aceites esenciales se encuentra en mayor cantidad y son de mejor calidad (Grijalvo, 2011, p. 65).

Este tipo de plantas medicinales deben ser cosechadas durante aquellos períodos o temporadas óptimas, de manera que se pueda garantizar la recolección tanto de materias vegetales de carácter medicinal, como productos herbarios, resguardando siempre la mejor calidad posible. Sin embargo, cabe tener presente que la concentración de componentes que poseen actividad biológica y los componentes vegetales autóctonos venenosos no deseados, cambia en función de la etapa de ciclo de vida y desarrollo de la planta; en tal virtud, el momento más adecuado para cosechar (temporada y horas del día) se establece de acuerdo a la calidad y la cantidad de componentes con actividad biológica, mas no según el rendimiento total en materia vegetal de las partes de las plantas. Además, se debe evitar la mezcla de materias extrañas, plantas tóxicas, siendo aconsejable efectuar esta actividad previa al rocío de la mañana, evitando a toda costa la lluvia y altos niveles de humedad y si por cualquier circunstancia llegara a humedecerse, se debe trasladar inmediatamente a la planta de secado, evitando así posibles efectos perjudiciales por fermentación microbiana, o enmohecimiento. En cuanto a instrumentos de corte, estos deben mantenerse limpios a fin de

reducir pérdidas por daños mecánicos, contaminación con tierra, entre otros materiales y deben ser guardados en un lugar no contaminado y seco (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2003, p.13).

Precauciones

- La etapa correcta y adecuada para desarrollar actividades de recolección varía en función del destino de la producción. Si la finalidad es ser comercializada como hoja seca, la cosecha se realiza antes o al inicio de la floración (Centeno, 2003, p. 177).
- En caso de destinar la producción al ámbito industrial de obtención de esencia, se debe realizar la recolección en la etapa de floración plena del Sunfo, es decir, cuando el contenido total de aceites esenciales es el máximo y de óptima calidad. Para este último caso debe tomar en cuenta varias consideraciones y precauciones (Rogg, 2000, p. 33).
- Cuando se realiza la cosecha en espacios reducidos, es aconsejable hacerlo en plena floración; sin embargo, cuando se trata de extensiones grandes, se debe adelantar el corte, es decir, llevar a cabo la cosecha a inicios de la etapa de floración, lo cual permite finalizar las tareas de recolección mientras las últimas plantas estén llegando a floración plena (Romero, 2004, p. 18).
- Al dar inicio al corte en la etapa de floración plena, existe el riesgo de que empiece la caída de las hojas, provocando una notable disminución tanto de la cantidad como calidad de la misma, lo que finalmente disminuye el contenido de aceites esenciales de la planta (Ramírez, 2004, pp. 23-30).
- Es fundamental adelantar el proceso de cosecha de modo que se realice antes de la etapa de floración cuando las plantas se encuentran afectadas por algún tipo de enfermedades que causen la caída de las hojas (Muñoz, 2012, p. 60).
- Para efectos de recolección se debe efectuar en días soleados, por la mañana o por la tarde, evitando hacerlo en días nublados, o con viento o cuando exista la posibilidad de lluvias (Rogg, 2000, p. 55).

- En aquellos cultivos de poca superficie, es posible realizar la recolección de forma manual, mientras que en los cultivos extensos lo más productivo es hacerlo de manera mecanizada (Ramírez, 2004, pp. 23-30).

1.1.6.5. Post cosecha

Las labores comprendidas en la etapa de post cosecha, importantes de considerar, son las que se muestran a continuación:

- Someter el producto de cosecha a labores de limpieza y desinfección.
- Eliminar aquellas partes vegetativas que presenten problemas fitosanitarios en cualquier parte de la planta, a fin de resguardar los niveles de calidad del producto (Girón, 1994, p. 135).
- Proceso de secado, indispensable para todas las plantas medicinales con propósitos de industrialización (Sharapin, 2000, p. 28).

1.1.7. PROPAGACIÓN

El proceso de propagación de las plantaciones de Sunfo se realiza a través de espolones o plantines, es decir, una planta invasiva que tiene la capacidad de extenderse fácilmente en todo su espacio disponible (Fonnegra y Jiménez, 2007, p. 282).

a. A través de Estolones:

Para efectos de siembra o multiplicación de las plantaciones de Sunfo, se debe apartar los estolones de plantas madres de edad, comprendida entre uno a dos años, que se encuentren sanas, e inmediatamente se disponen una a una en surcos con una profundidad promedio de 6 cm, con distancias entre 70 y 80 cm;

seguidamente se los cubre con tierra que ligeramente se comprime. El desarrollo de este trabajo debe realizarse durante el invierno, con elevada humedad para optimizar las condiciones favorables del suelo (Usuna, Tapia y Aguilar, 2005, p. 17).

Las actividades de plantación se realizan en función de cómo se vaya preparando y seleccionando los estolones, lo cual permite evitar mantenerlos expuestos a la acción del sol durante largos períodos de tiempo, ya que inevitablemente se marchitarían con gran facilidad (Fonnegra y Jiménez, 2007, p. 285).

Cabe mencionar que, si no se plantan de inmediato, deben disponerse en lugares sombreados, mojados ligeramente y cubiertos con pasto, lona o tierra, a fin de conservar la humedad de las plantas de Sunfo. Sin embargo, lo aconsejable es que sean plantadas de forma inmediata y es indispensable realizar labores culturales que faciliten la preparación del terreno anticipadamente y en forma esmerada (Usuna et. al., 2005, p. 19).

b. A través de Plantines:

Se debe preparar plantines, se selecciona cuidadosamente trozos de rizomas de plantas vigorosas, la cual se siembran en invierno a una profundidad comprendida entre 4 y 8 cm, con distancias de 40 cm. De manera que, al brotar los rizomas, se desencadenan numerosas plántulas que se pueden trasplantar al lugar definitivo en el que pueda desarrollarse y alcanzar entre 10 y 15 cm de altura, considerando distancias entre 70 y 80 cm entre surcos y de 30 cm entre plantas de cada surco (Nuñez, 2006, p. 179).

El trasplante de las plantaciones de Sunfo se realizaron a principios o a finales de invierno, en días nublados y en suelo húmedo, considerando la época de menor ventosidad, ya que el clima es hostil si se considera realizarlo de forma manual (Fonnegra y Jiménez, 2007, p. 289).

1.1.8. PRINCIPIOS ACTIVOS

El agua tiene como responsabilidad garantizar que las plantas realicen sus procesos fisiológicos de forma adecuada mediante procesos enzimáticos con el fin de conservar intactos los principios activos mientras la planta está viva. Cuando la planta ha sufrido un corte, procesos necróticos o ha sido inducida a estrés, este equilibrio enzimático se pierde dando como resultado la producción de metabolitos o el cese de los mismos, estos metabolitos producidos en ocasiones son utilizados como principios activos.

Por lo tanto, se debe tener en claro que mientras más rápido se realice el proceso de secado de la planta, mejor será la conservación de los principios activos. Para ello es recomendable como mejor opción cultivar en un día seco, con humedad relativa baja, preferentemente sin rocío y sin lluvia en los días anteriores, para que la planta se encuentre con proporciones de aguas bajas. En caso de requerirse, las raíces serán lavadas para quitar la tierra e impurezas, de modo que lo más importante en este proceso es lavar el material vegetal y ponerlo a secar rápidamente para evitar la pérdida de principios activos (Vidanaturalia, 2015, p 18).

1.1.9. USOS Y PROPIEDADES

Históricamente se la ha atribuido al Sunfo una variedad de usos y propiedades, aprovechadas por los nativos de regiones andinas del Ecuador y transmitidas durante generaciones, entre las propiedades más conocidas está combatir problemas estomacales, malestares, dolores musculares, enfermedades respiratorias; además es un potente antiinflamatorio y es un fortificante del sistema inmunológico. Las hojas se trituran para hacer extractos aromáticos, también es utilizando para elaborar licor, hervido es empleado para aliviar el dolor de estómago, además sirve para tratar problemas de frío; en la mayoría de casos es ingerido en forma de infusión, debido a su agradable aroma (Ecociencia, 2001, p. 22).

Esta planta aromática acompañada de otras hierbas medicinales con propiedades similares es utilizada para la preparación de aceites esenciales, de elevado interés económico, ya que se conoce que los aceites de origen natural distinguidos por su pureza y concentración son de mejor calidad que los sintéticos. Algunos de estos aceites, debido a su apetecible aroma son utilizados para la elaboración de productos agroindustriales como: desinfectantes, licores, confites, entre otros (Mora, 2009, p. 12).

Para la población indígena habitante en los páramos andinos el Sunfo constituye un gran recurso de medicina tradicional, el pueblo Saraguro lo usa como una infusión acuosa de la planta para el tratamiento de resfríos (Amdrade, Armijos, Malgón, & Lucero, pág. 8); en la región de Azuay, la planta se usa como remedio para la gripe (Ríos, Koziol, Brorgtoft y Granda, 2007, p. 84). Los pueblos Quechua en la alta Sierra aplicarán una decocción de *C. nubigenum* para curar el dolor de estómago; las comunidades de Cañar utilizan una infusión de la planta para evitar la incontinencia urinaria especialmente en niños; en las provincias de Cañar, Tungurahua, Chimborazo y Azuay, la planta encuentra aplicaciones también como digestivo, calmante estomacal, un remedio tónico y empleado contra la disentería y síntomas menstruales (De la Torre, Navarrete, Muriel, Macía y Balslev, 2008, pp 5 - 8), (Gilardoni, Malangón, Morococho, Negri, Tosi, Guglielminetti, Vidari y Vita, 2011, p. 19).

1.1.10. IMPORTANCIA A NIVEL INDUSTRIAL

Más del 25% de los productos farmacéuticos en la actualidad son producidos a partir del procesamiento de las plantas, y los ingredientes que componen otros medicamentos son sustituciones sintéticas derivadas de compuestos obtenidos de metabolitos procedentes de las mismas.

Aunque no existe una amplia gama de productos comercializados procedentes de plantas o de sus derivados, en la actualidad los estudios relacionados a la

obtención de nuevos productos relacionan a las siguientes materias primas procedentes de plantas medicinales (De la Torre y López, 2014, pp. 27-32):

- Aceites esenciales
- Hierbas y especias
- Extractos (principios activos, suplementos y medicinas)
- Productos de material vegetal en fresco

Con la finalidad de darle valor agregado a la materia prima se requiere procesarla para obtener un producto elaborado. La estrategia para desplegar un negocio consiste en adaptarse al mercado al cual va dirigido el producto final. En este sentido los puntos más relevantes para la viabilidad del negocio son el conocimiento del mercado, diversificación de la producción, gestión para una producción flexible y el control de costos (Fundación para la Innovación Agraria - FIA, 2008, pp. 7-12).

1.2. SECADO DE PLANTAS AROMÁTICAS Y MEDICINALES

El secado de plantas aromáticas y medicinales se puede llevar a cabo de distintas maneras, en función de las necesidades o características que se desea obtener de dichas plantas. Las condiciones utilizadas en el proceso de deshidratación dependerán del diseño y tecnologías óptimas de secado a utilizar (Bustamante, 1994, pp. 1-10).

1.2.1. TIPO DE SECADO

Se considera que el costo de operación de una máquina que permita un secado continuo, usualmente es inferior a efectuar secados discontinuos, los cuales involucran gastos de mantención, mano de obra, combustible, entre otros; sin embargo, el primer caso demanda una inversión inicial más elevada (Universidad de Chile, 2015, p.11).

De acuerdo al manejo de sólidos, existen los siguientes tipos de secado:

- 1) De lecho estático
- 2) De lecho móvil
- 3) De lecho fluidizado
- 4) Neumáticos

En la práctica industrial el secado de lecho estático es el más común, puesto que son sistemas que carecen de movimiento relativo de las partículas, donde sólo una fracción de las mismas están expuestas de forma directa al calor, favoreciendo que el espesor del lecho permita el paso de aire seco a través de él (Universidad de Chile, 2015, p.11).

1.2.2. ESTÁTICA DE SECADO

Entre las principales características del Secado se mencionan las siguientes :

- Permite obtener condiciones óptimas de estabilidad del producto, e incluso mejorar la fluidez del mismo, ante lo cual es aconsejable que la cosecha de la planta se realice en las últimas horas de la tarde o la noche.
- Es importante observar cuando las plantas presenten floración y cosecharlas cuando la flor aún no esté completamente abierta. El proceso debe ser secuencial, de acuerdo a la manera como se las va cortando, ubicándolas boca arriba, la manipulación debe ser suave y se requiere sacudirla con delicadeza para que se desprendan los agentes extraños.
- Se recomienda no rasgar las flores debido a que se desaprovechan sus propiedades, principalmente su aroma característico. Se debe evitar usar bolsas o cajas de plástico para el transporte o almacenamiento. En su lugar se recomienda usar papel, tela y madera.

- No se debe secar las hierbas con la luz directa del sol, debido a que se altera sus componentes y se pierden en gran cantidad los principios activos. Una vez secas, se conservan en recipientes de cristal opaco con cierre hermético. Se sugiere etiquetarlas con el nombre claro o código, la fecha y cualquier otro dato que se considere de importancia (Fernández, 2011, pp.2-9).

1.2.3. HUMEDAD

La humedad es un factor significativo para el procesamiento de plantas deshidratadas, se debe tomar en cuenta debido a que una elevada humedad facilita el crecimiento de microorganismos, principalmente de hongos. En el caso del Sunfo se debe considerar que se trata de un cultivo con capacidad de absorber cantidades elevadas de agua, por lo tanto, la muestra va a contener una proporción mayoritaria de agua. Para mantener este parámetro bajo control se debe pasar por las siguientes etapas (García y Fernández, 2012, p.8):

- **Etapa 1:** Estabilización, en este caso las condiciones de la superficie del sólido se nivelan con las del aire de secado.
- **Etapa 2:** Período de velocidad constante, en el transcurso del mismo, la superficie del sólido permanecerá saturada con agua líquida ya que el movimiento del agua desde el interior del sólido hacia la superficie ocurre a una velocidad igual a la de la evaporación en la superficie.
- **Etapa 3:** Período de velocidad decreciente, la superficie del sólido comienza a secarse debido a que el agua que aún se encuentra en su interior tiene dificultades para alcanzar la superficie del sólido.

1.2.4. HUMEDAD DE EQUILIBRIO

De acuerdo a EPSEM-UPC (2012), cuando un sólido húmedo se somete a condiciones de contacto con aire a una temperatura, presión y humedad constantes, se obtienen condiciones de equilibrio entre el aire y el sólido húmedo. La humedad de equilibrio para la planta de Sunfo se obtiene al suministrar una temperatura constante de 23 a 25 °C a una presión de 1 atmósfera (p. 1).

1.2.5. CINÉTICA DEL SECADO

Dentro de esta sección se analiza el período de secado del Sunfo, así como el secado natural, mismo que se explican a continuación (Pearson, 1993, pp. 4-11).

1.2.5.1. Período de Secado

El período de secado de las hojas del Sunfo varía de acuerdo a las características del tipo de secado, para lo cual es necesario determinar los tipos de secado.

1.2.5.2. Secado Natural

De acuerdo a Herbotecnia (2008) el secado natural se lo puede realizar de dos maneras (p. 8):

- **Secado natural pasivo:** el cual depende de las condiciones climáticas y de la naturaleza del material vegetal a secar.
- **Secado natural activo:** característico en zonas que disponen de abundante energía solar y la humedad del aire es baja.

1.2.5.3. Secado Mecánico

Existen diversos tipos de secado mecánico, los cuales pueden ser aplicados para el caso de la planta de Sunfo.

1.2.5.4. Tipos de Secado Mecánico

A continuación se listan los tipos de secado mecánico (Calderón y Rzedowsky, 2010, pp. 23-28).

- Secado por contacto directo con una superficie caliente.
- Liofilización.
- Secado por aporte de energía mediante una fuente radiante de microondas o dieléctrica.
- Secado por corrientes de aire caliente.

1.2.6. MECANISMO DE SECADO

Se puede realizar pequeños paquetes con la planta, y colgarlos boca abajo empleando una cuerda, así se mantendrán aproximadamente entre 4 días y 2 semanas, dependiendo de la planta y de la parte vegetativa a secar (Muñoz y Grau, 2013, p. 87).

Se recomienda sumergir la muestra vegetal en agua para limpiarla y posteriormente proceder a secar. Se debe apartar las hojas del tallo cuando son grandes y se realiza el secado. Otra alternativa de secado es poner las hojas en cajones en los cuales existirá una malla o rejilla en el fondo con la finalidad de que el aire pueda circular, después pondremos una tela de tejido natural, la cual puede ser de algodón, lino, entre otras y sobre ella las muestras. Se debe evitar al momento del secado la utilización de hojas de revistas o periódicos, debido a su contenido de tinta (Stubssgard y Poulsen, 1997, p.98).

1.2.6.1. Diseño de Curvas de secado

El proceso de secado es usualmente descrito por diagramas construidos con las siguientes coordenadas.

- Contenido de humedad del material contra tiempo de secado (Curva de secado).
- Velocidad de secado contra contenido de humedad del material (Curva de velocidad del secado).
- Temperatura del material contra contenido de humedad (Curva de temperatura).

Este diagrama presenta los periodos de velocidad en el transcurso del secado. Por lo tanto, la explicación de la forma de la curva de secado está relacionada con el fenómeno de la masa de transferencia de masa y calor.

La evaporación inicia con el contacto con el aire ya que se considera la resistencia de la masa, como también tenemos las condiciones externas y la capa circulante de gas limitando la velocidad de secado.

1.3. DISEÑO DE PLANTAS DE SECADO PARA PLANTAS AROMÁTICAS

El secado y almacenamiento de las plantas aromáticas y medicinales durante su proceso y hasta el momento de su utilización, demanda una serie de técnicas aplicables incluso a otro tipo de plantas, como las de uso industrial o las especias, pero fundamentalmente importante en las plantas medicinales, las cuales, dado el uso que se les va a dar, precisan conservar sus principios activos en su máximo grado de concentración y efectividad (Casp, 2005, p. 77).

El secado de una planta es un procedimiento en el cual se extrae la humedad, es decir el contenido de agua de las plantas, con la finalidad de permitir su almacenamiento por un tiempo concreto antes de ser usada, También para impedir que exista la presencia de anomalías como: enfermedades, putrefacción o pérdida de sustancias activas (Bustamante, 1994, p. 112).

- **Parámetros del secado:** se trata de un sistema de calentamiento efectuado con resistencias eléctricas, en el cual se obtiene las curvas de secado en base a los datos que se consiguen en las diferentes pruebas realizadas y se emplea diferente tamaño de muestra vegetal y de lecho de hierba, en total se realizan 4 tipos diferentes de pruebas (Naturaeduca, 2014, p. 7).
- **Diseño de equipo:** está enfocado en el diseño del intercambiador de calor, diseño de mesa del intercambiador, diseño y selección de ventilador, selección de quemador en base en las cantidades de calor necesarios para alcanzar un producto de calidad (Casp, 2005, p. 78).
- **Preparación del producto:** Las plantas aromáticas y medicinales dependiendo de su tamaño y volumen necesitan un proceso previo de corte y preparación antes de poder ingresar a la cámara de secado. El diseño de la mesa de corte se realiza utilizando la teoría del diseño, realizado mediante un programa de elementos finitos que proporciona como resultado el desplazamiento máximo y mínimo, los esfuerzos máximos de Von Mises y el factor de seguridad (Bustamante, 1994, p. 118).
- **Balance de energía:** La cámara de secado debe estar orientada a producir una cantidad elevada de plantas deshidratadas por día, para alcanzar esta finalidad se agrega una cámara de secado en dos jornadas diarias, por lo cual hay la necesidad de reducir la humedad de las plantas adicionalmente en el proceso de cosecha (Naturaeduca, 2014, p. 7).

1.3.1. REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN

Es indispensable determinar los principales requerimientos para la planta de infusiones de Sunfo.

El estudio técnico tiene por objetivo proporcionar información útil, precisa y necesaria para estimar el monto de la inversión requerida y de los costos de operación correspondientes a esta área (Sapachag, 2010, p. 64).

El estudio técnico permite:

- Determinar la necesidad técnica para la fabricación de infusiones de té de Sunfo, que se pretende ofrecer al mercado.
- Analizar y determinar el tamaño, la localización, los equipos, las instalaciones y la organización óptimos, demandados para la planta de infusiones.

Entre los términos fundamentales a conocer para facilitar el análisis son:

Tamaño óptimo: Se refiere a la capacidad instalada de la planta, las mismas que se expresan en unidades de producción al año. Sin embargo, sólo cuando la empresa realiza sus operaciones minimizando los costos o maximizando la rentabilidad, se puede decir que la planta opera con su tamaño óptimo (Baca, 2012, p. 45).

1.3.2. ESTUDIO DEL TAMAÑO

El estudio del tamaño del proyecto se refiere al análisis de diversos factores que inciden en el tamaño de la planta, macro y micro localización, así como los elementos de este último, ya que, son de vital importancia respecto al espacio, su distribución y rentabilidad del proyecto.

1.3.2.1. Factores que determinan el tamaño

- **Tamaño del mercado.** - El tamaño del diseño de la planta para la elaboración de un deshidratado para infusiones se debe ajustar al tamaño del mercado, al cual se destina dicho producto.
- **Disponibilidad de insumos y servicios técnicos:** En cuanto a los servicios técnico, se esperan incorporarlos conjuntamente con el diseño de la planta, sin embargo, respecto la disponibilidad de Sunfo, al ser una planta novedosa y poco cultivada, se resalta que, en la parroquia de El Chaupi, es donde se da prioridad al cultivo de la misma, de manera que existe plena disponibilidad de los insumos.
- **Tamaño:** El tamaño de la planta para elaborar un deshidratado de Sunfo (*Clinopodium nubigenum kunth*, kuntze), para infusiones, se orienta a obtener una capacidad de procesamiento de 500 kg de materia prima semanales.
- **Financiamiento:** La existencia o no de financiamiento incide en el tamaño de la planta debido a que, dependiendo de éste, se analiza la localización, dimensión, tipo y calidad de equipos que se implementan.
- **Tecnología:** Es importante en el desarrollo de toda empresa ya que en la actualidad la tecnología ayuda en los procesos de producción y comercialización, esto consigue que existan altos niveles de efectividad.
- **Localización.** - Respecto a este factor de gran importancia se encuentra la macro y micro localización.

Macro localización. - Se refiere al ámbito general de la provincia, ciudad y parroquia donde se pretende ubicar la planta de

producción, considerando elementos del proyecto, en éste caso de estudio, se ubica en la comunidad campesina El Chaupi.

Micro localización. - Este aspecto es más puntual, se refiere al lugar exacto en donde va estar ubicada la empresa, en donde debe existir facilidad de vías acceso, servicios básicos, afluencia de personas que deseen adquirir el producto.

Capacidad Utilizada: Se refiere al porcentaje productivo de la planta que efectivamente ocupa, respecto a la capacidad total de procesamiento que posee.

Se define como la capacidad práctica que presenta la tasa real de producción a través de una unidad de tiempo, es la que realmente se utiliza o se ha utilizado (Canelos, 2012, pp. 42-51).

El diseño de la planta para elaborar deshidratado de Sunfo (*Clinopodium nubigenum* Kunth, Kuntze), en la comunidad El Chaupi, provincia de Pichincha, para la elaboración de infusiones, se enmarca en procesar 500 kg de materia prima semanal, dicho valor constituye la capacidad utilizada, y corresponde al 33, 33 % de la capacidad instalada. Ante lo cual, se planea aumentar los porcentajes de producción acorde a la tasa de crecimiento de la demanda de este tipo de infusiones, del 14 al 34% de acuerdo a datos de PROECUADOR para el período 2015 – 2020.

Capacidad Instalada: Se establece que la capacidad instalada indica la máxima tasa de producción que puede alcanzarse en un proceso, se calcula en unidades de salida por unidad de tiempo (Canelos, 2012, p. 33).

Unidad de medida: La unidad de medida para este proyecto está expresada por el número de cajas de infusiones de Sunfo deshidratado, cada una contiene 25 sobres, lo cual permite determinar los niveles de producción y ventas en un período determinado.

Factores condicionantes: Son varios los elementos que afectan en la decisión del tamaño. Usualmente, los más influyentes son: población, objetivo, financiamiento, tecnología demanda, estacionalidades, valoración del riesgo y fluctuaciones (Canelos, 2012, p 35).

En términos técnicos, la capacidad se refiere al máximo de unidades (bienes o servicios) que se pueden conseguir a partir de una instalación productiva por una unidad de tiempo. (Canelos, 2012, p. 91).

Se consideran factores de localización a los componentes que incluyen en el análisis de la instalación. Intervienen como parámetros orientadores, concluyentes o restrictivos de la decisión a tomar.

Respecto al sitio puntual y concreto para el desarrollo de un determinado proyecto, se debe considerar diversos factores de crucial importancia como lo señala el autor Canelos (2012), los cuales son (p. 50):

- Existencia de vías de comunicación y medios de transporte.
- Servicios públicos básicos.
- Topografía y estudios de suelos.
- Condiciones ambientales y de salubridad.
- Control ecológico.
- Precio de la tierra.
- Sistema de circulación y tránsito.
- Financiamiento.
- Tamaño y tecnología.
- Conservación del Patrimonio Histórico-Cultural

Entre las principales tendencias de localización están:

- **Tendencia hacia el origen (hacia los insumos).**

Hace referencia a que la planta del proyecto se ubique cerca de los insumos, para minimizar costos respecto al transporte de la materia prima y otros relacionados a su transformación en los cuales el costo social de transferencia es más elevado que el del producto elaborado (Canelos, 2012, p. 63).

La planta de Sunfo se caracteriza por una tendencia hacia los insumos, ya que se pretende establecer en el Chaupi, lugar donde se cultiva y procesa la planta para obtener infusiones de Sunfo.

- **Tendencia hacia el destino (hacia la población consumidora)**

Esta tendencia recomienda ubicar la planta productiva o proyecto, cerca de la población objetivo o consumidores potenciales, a fin de reducir cuantiosos gastos (Canelos, 2012, p. 53)

- **De ubicación intermedia**

En este caso los proyectos deben situarse en una posición intermedia, es decir entre los insumos y la población consumidora, lo que evidencia que demanda condicionamientos para ubicarse junto a la población consumidora, pero también, deben permitir el acceso a los insumos (Canelos, 2012, p. 63).

Entre los términos financieros es importante conocer los siguientes conceptos:

La construcción y proyección del flujo de caja comprende uno de los elementos más relevantes del análisis de un proyecto, ya que su constitución y evaluación se efectuarán sobre los resultados que en él se determinen. Todo el esfuerzo de sistematización y análisis de información durante las etapas anteriores en la elaboración del Plan de Negocio, se plasmarán en el flujo de caja en términos monetarios (Canelos, 2012, p. 139).

Estado de pérdidas y ganancias

El Estado de Ganancias y Pérdidas conocido también como Estado de Resultados, Estado de Ingresos y Gastos, o Estado de Rendimiento; es un informe financiero que demuestra la rentabilidad de la empresa durante un período determinado, es decir, las ganancias y/o pérdidas que la empresa obtuvo o espera tener (Sapachag, 2010, p. 342).

Por lo tanto, el estado de pérdidas y ganancias es un documento que corresponde al detalle de las cantidades del estado económico de la empresa, de un tiempo determinado, las cual nos permite determinar la utilidad neta del ejercicio económico de la planta de deshidrato de Sunfo, como también se puede determinar, salario del personal, impuestos decretados como obligación de la planta.

Punto de Equilibrio

Comprende la cantidad necesaria de producto que la empresa debe producir y vender para recuperar todos los costos y gastos en los que se incurren, y a partir de dicho umbral, se empieza a generar beneficios económicos para el negocio.

Es aquel que nos da a conocer el volumen de ventas, esto es en base a que los ingresos son igual que los costos, por lo tanto, es un punto de equilibrio la organización ni gana ni pierde (Sapachag, 2010, p. 135).

Indicadores financieros

Son coeficientes, ratios o medidas, que brindan unidades contables y financieras, para analizar el estado de la empresa desde un punto de vista individual, en si permiten analizar en función de niveles el estado actual o pasado de la empresa (Canelos, 2012, p. 87).

Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto (VAN) conocido también como Valor Presente (VP), es un método que ayuda a evaluar proyectos de inversión, cuyo cálculo se efectúa mediante la diferencia entre el valor actualizado de los cobros y de los pagos generados por una inversión. Además, constituye un indicador de rentabilidad expresado en unidades monetarias recaudadas (Baca, 2012, p. 88).

Se puede concluir que gracias al VAN se puede medir la probabilidad de riesgo o no al hacer la inversión en dicho proyecto, el mismo que permite al socio tomar decisiones, en el periodo que tenga que analizar el costo del beneficio, por lo tanto, el VAN (valor actual neto) se lo obtiene descontado el flujo de ingresos netos de dicho proyecto, utilizando para ello la tasa de descuento, la cual represente el costo de oportunidad de los recursos económicos que necesita el proyecto.

$$VAN = \frac{\Sigma \text{Flujo Efectivo}}{(1+i)^n} \quad [1.1]$$

Dónde:

Flujo efectivo representa los flujos de caja en cada periodo

i representa rentabilidad esperada

n es el número de periodos considerado

Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno o de Rentabilidad (TIR), es un método de valoración de inversiones que mide la rentabilidad de los cobros y los pagos actualizados, generados por una inversión, en términos relativos, es decir en porcentaje (Sapachag, 2010, p. 123).

Podemos concluir que por medio del TIR se puede valorar el proyecto, porque cuando la TIR es mayor que la tasa de oportunidad, el rendimiento que obtendrá el socio u accionista, una vez realizada la inversión será mayor, que el logrado en la mejor alternativa, es por eso que conviene realizar la inversión.

1.4. CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD Y COMPOSICIÓN

Las características o parámetros requeridos para considerar que el producto deshidratado de Sunfo es apto para el consumo en forma de infusión se detallan a continuación (Ocampo, 1994, p.114):

1.4.1. COMPOSICIÓN

- Las hierbas aromáticas como el Sunfo deben estar limpias y libres de materia extraña.
- El producto no debe contener más del 15% de partes del material vegetal exentas de propiedades aromatizantes.
- Las plantas aromáticas deben poseer un elevado contenido de los aceites esenciales que caracteriza a cada especie.

1.4.2. ORGANOLÉPTICAS

- El producto debe poseer sabor y aroma característicos.
- El color debe ser el propio de la especie.

1.4.3. FÍSICO QUÍMICAS

- La Humedad máxima del producto será del 12%.
- El porcentaje de cenizas insolubles en HCl al 10%

1.4.4. MICROBIOLÓGICAS

Se requieren condiciones de inocuidad para garantizar que el consumo del deshidratado para infusión de Sunfo no afectará a la salud de los consumidores. Para ello se requiere un análisis microbiológico del producto terminado, el cual de acuerdo a (Laura, 2000, p. 383), se lo realizó mediante cultivo selectivo con placas petrifilm, se colocó 0,5 mL de la muestra después de realizar una dilución seriada de 1×10^{-5} mL en agua peptonada. Los resultados del análisis no deben sobrepasar los parámetros permitidos que se muestran en la Tabla 1.1.

La inocuidad de un producto alimenticio es la garantía de que no causa daño a los consumidores del mismo, durante su preparación o ingestión y de acuerdo con su uso. La inocuidad es uno de los cuatro grupos primordiales de características que, junto a las características nutricionales, organolépticas y comerciales le otorgan la calidad de los alimentos (Instituto de Salud Pública de Chile, 2010).

Tabla 1.1. Requerimientos Microbiológicos para Infusiones de Plantas.

Agente microbiológico	Parámetro/Máximo
Aerobios totales	1×10^7 UFC
Escherichia coli	1×10^3 UFC
Enterobacteriaceas	1×10^3 UFC
Mohos y levaduras	1×10^4 UFC
Clostridium	Ausencia
Salmonella , en 1 g	Ausencia
Shigella, en 1g	ausencia

(Kotler, 2010).

La inocuidad de nuestro producto, en el presente caso el deshidratado para infusión de Sunfo permite cumplir con las disposiciones establecidas en la Normativa NTE INEN-ISO 22000:2006 referente a Sistemas de Gestión de la Inocuidad de los Alimentos – Requisitos para Cualquier Organización en la Cadena Alimentaria. Por lo tanto, para poner el producto a disposición de los

consumidores en general se debe cumplir con los parámetros físicos, químicos y microbiológicos descritos en esta normativa.

Además de permitir a la empresa cumplir con requisitos básicos para el expendio de alimentos, la inocuidad alimentaria garantiza la confianza de la marca en los consumidores eleva los índices de ventas y genera fidelidad, lo cual representa réditos económicos para los productores.

1.4.5. EMPAQUE DEL SUNFO

El Sunfo seco debe colocarse de preferencia en recipientes secos (fundas plásticas, en cajas o sacos). El material de empaque debe guardarse en lugares limpios y secos, libre de plagas y de animales domésticos.

El material de empaque reutilizable debe estar limpio y debe secarse antes de su uso (Sharapin, 2000). Para Muñoz (2012), el envasado de la planta seca entera, normalmente se realiza en sacos de arpillera, de malla fina o de lona, pero si la planta es muy higroscópica se introduce en envases de plástico, hojalata y de cartón plastificado o encerado. Se busca la máxima protección y mínimo volumen, actualmente se prefieren los envases de plástico, de aluminio o de vidrio.

2. METODOLOGÍA

2.1. Comprobación Taxonómica de la Planta de Sunfo

2.1.1. RECOLECCIÓN

La recolección de las plantas de Sunfo se realizó cuando la plantación alcanza el mayor contenido posible de principios activos en sus órganos. Ciertas farmacopeas homeopáticas señalan la mejor época para efectuar la recolección de según la monografía de la droga, sin embargo, para el caso del Sunfo se carece de registros que evidencien directrices para realizar la recolección, por tanto, en ausencia de datos e información farmacopéicos se siguieron las reglas generales propuestas por el autor (Sharapin, 2000, p. 42).

La recolección inició con las plantas enteras, las cuales fueron recogidas en época de floración, se consideraron también aquellas hojas que terminaron el desarrollo de la planta, unos días previos a la floración.

2.1.2. IDENTIFICACIÓN TAXONOMÍA DEL SUNFO

Para efectos de identificación taxonómica del Sunfo fue necesario enviar una muestra de la planta completa al Herbario del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Central del Ecuador (UCE); luego se realizó un prensado, secado y finalmente el montaje de la planta seca en una cartulina blanca cuyas medidas son 28 x 48 centímetros, lo cual facilitó la observación de la morfología tanto de las raíces como de los tallos, flores y hojas, lo cual determinó su correspondencia taxonómica a través de la comprobación descriptiva de las partes de la planta del Sunfo (González y Manuel, 2007, p. 44).

2.1.3. PESAJE

La materia prima recolectada fue pesada en una balanza electrónica, (BODEGO Germany, Modelo BBA), se examinó y se separó de forma manual los materiales extraños y aquellas partes deterioradas, dañadas, enfermas o contaminadas.

Posteriormente, se realizó la limpieza y remoción de la tierra de la planta, con el uso de agua destilada, para finalmente ser clasificada según el órgano de la planta en las flores, tallos y hojas o fragmentos, mismos que fueron pesados y preparados para el proceso de secado de acuerdo a la metodología propuesta (Pérez, 2009, pp. 18-22).

2.1.4. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

Para determinar la humedad de la muestra proporcionada se utilizó el método gravimétrico indirecto por desecación de la muestra (hojas y tallos frescos de la planta de Sunfo) propuesto por (Ravulovich, 2009, p.122). Se realizaron varias determinaciones en hojas solas, tallos solos, tallos y hojas, a distintas temperaturas de 40, 50 y 60 °C a fin de determinar un promedio de humedad.

2.2. Caracterización Fitoquímica Del Sunfo

La caracterización fitoquímica se realizó mediante un *screening fitoquímico* para lo cual se aplicarán los métodos de separación y purificación descritos en (Villacrés y otros) Cromatografía de papel CP y Cromatografía de capa fina CCCD); se obtuvo extractos de las partes de la planta (hojas, tallos y flores) en diferentes solventes (agua, atanol, metanol, cloroformo y éter) de acuerdo al tipo de metabolito a determinar (Calderón y Rzedowsky, 2010, p. 55).

La marcha fitoquímica se orienta a la determinación de los siguientes metabolitos secundarios en los tallos, las hojas y flores del Sunfo, tales como:

- Alcaloides
- Taninos
- Saponinas
- Flavonoides
- Aceites esenciales
- Antraquinonas
- Coumarinas
- Triterpenos y esteroides
- Glicósidos cardiotónicos
- Aceites fijos.

A fin de establecer los metabolitos secundarios de la planta de Sunfo, así como los fragmentos propios de la misma, de los cuales se obtiene el extracto se prepara muestras de tallos y hojas de la planta a analizar para dar paso a la fitoquímica con ayuda del Laboratorio de Análisis Químico del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Central del Ecuador mediante cromatografía en papel y cromatografía de capa fina (Villacrés y otros, 1995). Es necesario tener en consideración que se trata de un análisis cualitativo en el que se determina la presencia o ausencia de los elementos anteriormente descritos, se plantea una escala de equivalencias, la cual permite conocer a breves rasgos la cantidad del componente químico que se detalla en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Equivalencias utilizadas en el análisis químico cualitativo

Estado del elemento	Símbolo
Abundante Cantidad	+++
Mediana Cantidad	++
Poca Cantidad	+
Indicios	+
Ausencia	-

2.3. Métodos para la Caracterización del Deshidratado: Físico-Químico y Sensoriales

La construcción de las curvas de secado fue realizada de acuerdo a la metodología planteada por (USON, 1998, p. 152). Se emplearon las muestras de

tallo, hojas y flores, a una temperatura de 40, 50 y 60 °C, con un flujo de nivel: 3 (1.38 m/s), 5 (2.77 m/s) y 7 (3.87 m/s).

Estas curvas fueron obtenidas bajo condiciones de laboratorio donde se mide el cambio de masa y temperatura con el tiempo a base de muestreo. El proceso de secado es obtenido con estado estable teniendo T_g U_g y, como constantes. Siendo Y el contenido de humedad absoluta, T_g la temperatura de gas húmedo y U_g la velocidad superficial del gas.

Se usó aire caliente como el agente de secado. La letra Y es el contenido de humedad absoluta de masa en el aire. Esto quiere decir el peso de masa de vapor de agua por peso de masa de aire seco (UDLAP, 2011, p. 13).

2.3.1. DESHIDRATACIÓN DEL SUNFO

El proceso de deshidratación fue considerado un punto crítico en la elaboración de productos para infusión, en este caso se requirió eliminar una gran cantidad de agua debido a las características de la planta. El proceso se realizó en un tiempo no mayor a 6 h y a temperaturas no mayores a 60 °C para evitar la degradación de principios activos y la calcinación de las muestras. Se toma en cuenta que los aceites esenciales son altamente volátiles especialmente por efectos de altas temperaturas, por este motivo la temperatura máxima de secado empleada en la investigación fue 60 °C.

En la Figura 2.1 se puede observar a continuación las muestras de Sunfo en el proceso de deshidratación realizado en el laboratorio del Departamento de Biotecnología y Alimentos de la Escuela Politécnica Nacional.



Figura 2.1. Deshidratación de muestras de Sunfo.

2.3.2. MATERIALES USADOS

Los materiales usados para obtener la materia prima de la planta de Sunfo *Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze se observan en la tabla 2.2.

Tabla 2.2. Materiales utilizados en el tratamiento de la planta de Sunfo

Materiales de campo (recolección)	Equipos de laboratorio	Materiales de laboratorio
Fundas plásticas	Computador	Gavetas
Bandejas	Caldero	Cuchillo
Machetes	Horno Secador de bandejas	Guantes de látex
Tijeras y piola	Termómetro	Fundas plásticas y de papel
Saquillos	Balanza analítica	Mandil
Membretes	Balanza gramera	Gorras
Marcador permanente	Cronómetro	Libreta
	Empacador	Cajas
		Papel filtro

2.3.3. PRUEBA DE SECADO DE SUNFO

El secado del Sunfo se lo realizó con las hojas, tallos y flores, ya que conservan el aroma característico de la planta por su alto contenido de aceites esenciales, se realizó una evaluación organoléptica sencilla. Se trabajó con temperaturas de 40, 50 y 60 °C, se dispuso las muestras con un espesor de capa a la altura de las bandejas de secado.

Las pruebas de secado se las realizó con muestras de 0,250 kg de material, para colocarlas en la estufa a las tres temperaturas antes mencionadas, con mediciones cada 30 min durante 6 h.



Figura 2.2. Preparación de secado

2.3.4. CONSTRUCCIÓN DE CURVAS DE SECADO

El tipo de curva muestra la velocidad con la que se elimina la humedad de la muestra de Sunfo. Para la elaboración de la misma, en el eje Y se ubicó el peso de muestra en kilogramos, mientras que en el eje X se colocó los periodos de tiempo utilizados, es decir intervalos de 0,5 h. La curva de secado se caracteriza por formar una línea de forma cóncava, debido a que el peso de la muestra va a decrecer a medida que transcurre el tiempo.

2.4. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TEMPERATURA Y FLUJO DE AIRE SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DETERMINANTES EN EL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DEL SUNFO.

Para realizar la caracterización sensorial aplica un diseño experimental de bloques incompletos balanceados, con la participación de un panel de 8 personas semi-entrenadas, donde se evalúa la intensidad de las características sensoriales del producto (aroma, color y sabor), en una escala de 0 a 10, en base a estos resultados se selecciona el producto con las características sensoriales apropiadas para la producción.

La muestra es una bolsa de deshidrato de Sunfo que contiene aproximadamente 2 gramos de producto, se sumerge en una taza de agua caliente con capacidad de 150 mL. Aproximadamente, durante 2 a 3 min.

Con los datos obtenidos, se realizó el análisis de varianza, con un 95% de confianza, con la ayuda del programa estadístico INFOSTAT/L Versión libre para Windows. Para los cuatro parámetros del estudio sensorial, se realizó un Análisis de Varianza No Paramétrico, evaluándose la significancia estadística de acuerdo a una prueba de Friedman al 0,05 (equivalente a un ANOVA). En caso de encontrarse un valor de p (p-value) menor a 0,05 se adopta la hipótesis alternativa, la cual concluye que uno o más de los tratamientos tienen influencia en relación a las características organolépticas del producto. En caso de encontrarse un valor de p mayor al 0,05 se considera la hipótesis nula, cual indica que no existió una variación relevante de propiedades sensoriales entre los distintos tratamientos y se escoge el producto final en base a gasto energético y no a sus características organolépticas (Ramos, 2012, p.33).

2.4.1. DESIGNACIÓN DE CÓDIGOS

Se asignó a cada muestra un código de acuerdo al tratamiento que se le aplicó de forma que los dos primeros dígitos se refieren a la temperatura a la cual fue secada la muestra, es decir 40, 50 y 60 °C, mientras que el tercer dígito se refiere al flujo utilizado, ya sea de 3, 5 o 7.

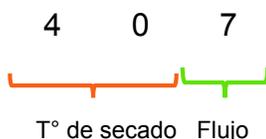


Figura 2.3. Esquema de designación de códigos para muestras

2.4.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para determinar la relación causa-efecto entre temperatura, flujo y tiempo de secado, se utilizó un diseño de bloques completamente al Azar de acuerdo a la metodología descrita en Echavarría, (2009), que permite determinar la temperatura y flujo óptimos para el secado de Sunfo, en el cual las variables utilizadas fueron temperaturas de: 60, 50 y 40 °C, combinados con los flujos: 7 con una velocidad de 3,87m/s, flujo 5 correspondiente a 2,77 m/s y flujo 3 con velocidad de 1,38 m/s. Es decir que el tratamiento 1 corresponde a 60 °C de temperatura y flujo 7, el tratamiento 2 corresponde a la temperatura 60 °C y flujo 5, sucesivamente hasta completar los 9 tratamientos posibles (p. 12).

Además, para la realización del presente proyecto de investigación se dió a conocer el producto de la marca “Sunfo”, la cual fue seleccionada con tiempos cercanos de elaboración, se empleó el diseño anidado, para ello la marca seleccionó al azar un lote de producción y de cada lote de producción se escogió al azar tres paquetes de Sunfo de 40 g cada uno.

Los tiempos y temperaturas utilizados en los distintos tratamientos para el estudio se detallan a continuación:

Temperaturas para la Deshidratación	Tiempos de la Deshidratación
(T)	(t)

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • T1: 40 ± 2 °C • T2: 50 ± 2 °C • T3: 60 ± 2 °C | <ul style="list-style-type: none"> • t1 = 3.5 horas. • t2 = 4.0 horas. • t3 = 4.5 horas |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Variables a evaluar en la deshidratación

Se consideran las variables paramétricas como no paramétricas, las mismas que se citan a continuación.

Variables paramétricas:

- Contenido de materia seca
- Rendimiento de producto deshidratado
- Contenido de minerales
- Grasa total
- Recuento total de microorganismos.

Variables no paramétricas:

- Color
- Olor
- Sabor
- Aceptabilidad
- Prueba de Friedman al 5 %.

2.4.3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El proceso de producción de un deshidratado para infusión de Sunfo demanda la obtención de un producto inocuo, por lo tanto, es necesario realizar un análisis microbiológico para demostrar que el deshidratado no causará efectos nocivos en los consumidores. Para ello se empleó la metodología de recuento en placa de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) descrita por Cano (2006) se empleó medios de cultivo selectivos sólidos y líquidos, de acuerdo al microorganismo requerido (p.128).

Para el recuento se realizó diluciones seriadas de 10^{-4} en agua peptonada, en el caso de aerobios totales se cultivó en agar PCA e incubó durante 72 h a 37 °C. Para el conteo de mohos y levaduras se utilizó agar SDA e incubación a 25 °C durante 5 días. Para el recuento de enterobacterias se utilizó agar VRBG e incubación a 30 °C durante 24 h. Se evaluó la presencia de *Escherichia coli*, *Clostridium*, *Salmonella* y *Shigella* debido a que son microorganismos reconocidos por ser causantes de patologías y para ello se realizó el cultivo bacteriano en agar nutritivo durante 72 h a 37 °C y se realizó las respectivas pruebas API (Cano, 2006, p.134).

2.5. DISEÑO DE PLANTA DE PRODUCCIÓN PARA DESHIDRATADO DE SUNFO

La implementación de una planta deshidratadora de Sunfo es un proyecto de factibilidad que se realizará en la parroquia el Chaupi. Es un proceso de desecación natural, fundamentado en el aprovechamiento del viento y calor, que todavía se practica en la actualidad a pesar de los avances de la Mecánica y las Ciencias Biológicas. Una razón importante desde el punto de vista técnico por la que se realiza el secado de hierbas es su conservación. Por medio de este método se promueve el mantenimiento de los compuestos activos que componen los vegetales frescos y se evita la proliferación de microorganismos.

El éxito para lograr la mejor distribución de una planta de producción, está sujeta al logro de combinar los parámetros determinantes, mano de obra, materia prima, transporte y movilidad eficiente dentro de la planta de producción, es decir si se tiene el flujo adecuado en las áreas de trabajo, al mismo tiempo segura y satisfactoria para el personal de trabajo, de tal forma que contribuya a que el proceso productivo sea eficiente lo cual se verá reflejado en los costos de producción.

2.5.1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

Las hojas de Sunfo serán deshidratadas con la finalidad de elaborar té aromático, el mismo que para su protección tendrá tres envolturas; la envoltura primaria es una bolsa de celulosa, el sobre contenedor de la bolsa y el empaque externo será de cartón, en el cual será distribuido.

2.5.2. TECNOLOGÍA DEL PROCESO

Se realiza la descripción de todo el flujo de proceso, condiciones, técnicas o métodos y los procedimientos a seguir para obtener un producto de alta calidad, con sabor agradable y altos niveles de inocuidad.

2.5.2.1. Recepción y Pesaje

La materia prima se recibe, pesa y registra, durante éste proceso también se realiza una primera selección del producto para desechar todos los materiales que no pertenecen a la materia prima, posterior a lo cual se prepara para dar inicio al proceso.

2.5.2.2. Lavado

Se debe realizar en tanques de inmersión, en una solución de productos orgánicos como el kilol, sumergiendo la planta se Sunfo y retirando al mismo tiempo todo material extraño que sea encontrado.

2.5.2.3. Centrifugado

En éste proceso se coloca la planta de Sunfo en la máquina centrifugadora para eliminar el exceso de humedad superficial adquirido durante el lavado, el tiempo de centrifugado es de 40 min.

2.5.2.4. Secado

El secado se realiza en un horno secador de bandejas con circulación de aire caliente a temperaturas no mayores a 60 °C, hasta lograr una humedad no superior a 12%.

2.5.2.5. Empaque

Debido a las características físicas del producto, no es necesario realizar un proceso de molienda, se procede a empacar directamente el empaque, se envasa en fundas de celulosa una cantidad aproximada de 2 gramos se colocan los empaques de papel, y se las junta en una caja de cartón.

2.5.2.6. Almacenamiento

El producto se almacena en un lugar fresco, seco y protegido de la luz a temperatura ambiente; se ubica en racks plásticos, sobre pallets separados de piso y paredes.

2.5.3. DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS

El dimensionamiento de los equipos se realizará en función de la capacidad de producción establecida para el estudio, con el detalle necesario para encontrar el tamaño y capacidad necesarios de cada equipo.

Para la selección de equipos deberán ser considerados los costos de cada uno, el manual de uso y facilidad de mantenimiento de tal manera que se pueda brindar las mejores condiciones para el desarrollo del proceso productivo en la planta de deshidratado de Sunfo.

2.5.4. BALANCE DE MASA Y ENERGÍA

- **Balance de masa**

El proceso de secado redujo la cantidad de líquidos existente en las muestras, para conocer los valores de reducción se consideró la siguiente ecuación:

$$\text{Disminución de agua en las hierbas} = \text{Aumento de agua en el aire} \quad [2.1]$$

$$M_w = m_s \Delta W_s - m_a \Delta X \quad [2.2]$$

Dónde:

M_w es la cantidad de agua

M_s representa la masa de la hierba seca

M_a es la masa del aire seco

ΔW_s es la variación de humedad perdida del producto en base seca y

ΔX es la humedad ganada por cada kg de aire seco.

- **Balance de energía**

Para realizar el balance de energía se asumió que en un inicio y cuando no existe pérdidas de energía, la temperatura del termómetro húmedo permaneció constante durante el periodo de secado de plantas. De igual manera, se consideró que la mayor parte de la energía que ofrece el aire en la desecación del agua permanece contenida en el sólido.

El balance de energía presentó la Ecuación 2.2:

$$m_a \Delta(h_2 - \Delta h_1) = m_s \Delta \omega_s C_w (T_h) T_h \quad [2.3]$$

Dónde

$m_a (\Delta h_2 - \Delta h_1)$ es la variación de entalpía concreta que sufre el aire.

$(m_s \Delta W_s) = m_w$ es el agua evaporada del sólido que es agregada al aire

$C_w (T_h)$ es el calor del agua líquida a la temperatura de termómetro húmedo.

2.6. ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD FINANCIERA

Se realizó un análisis del entorno para determinar la demanda insatisfecha, es decir las necesidades latentes del producto, así como las implicaciones económicas necesarias para la puesta en marcha la presente investigación, tomando en consideración las distintas inversiones del caso.

2.6.1. INVERSIONES

Toda aplicación económica que las personas jurídicas o naturales realizan con el fin de obtener una rentabilidad o beneficio futuro. Tienen relación directa en la puesta en marcha del proyecto, y en la forma en que se financiarán dichas inversiones. De ésta manera las inversiones logran cuantificar todo lo necesario para la operación de la empresa, que genere un servicio o se constituya en un bien; por lo que se clasifican en: activos fijos, activos diferidos y capital de trabajo (Arias, 2008, p.98).

2.6.2. INVERSIONES FIJAS

Son el conjunto de bienes que conforman el patrimonio adscritos a la sociedad, que son imprescindibles por la propia actividad de la empresa, también denominados activos tangibles (Arias, 2008, p.98).

2.6.3. PUNTO DE EQUILIBRIO

Es el que nos indica el volumen de ventas necesario en el cual los ingresos totales se igualan a los costos de producción; es decir el punto en el que no se tiene ganancia, pero tampoco existen pérdidas.

2.6.4. INDICADORES FINANCIEROS

2.6.4.1. Valor Actual Neto (VAN)

El valor actual neto implica traer los flujos futuros a valores actuales y se calcula hallando la diferencia entre el total de los ingresos y el total de los egresos.

A través de este indicador se logra medir el riesgo de la inversión del proyecto, lo que permite al accionista valorar y tomar las mejores decisiones al momento de analizar el costo beneficio de realizar la inversión. “Es decir el Valor Actual Neto es el resultado de descontar el flujo de ingresos netos del proyecto, utilizando para ello la tasa de descuento que represente el costo de oportunidad de los recursos económicos que requiere el proyecto” (Arias, 2008, p 101).

2.6.4.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno indica, en porcentaje, el nivel de rentabilidad que alcanzará el inversionista si decide invertir en el proyecto en estudio.

Mediante este indicador financiero se logra evaluar el proyecto, pues cuando la TIR es mayor que la tasa de oportunidad, la utilidad que obtiene el inversionista al realizar la inversión es mayor que el que obtendría en la mejor alternativa, por lo que es conveniente realizar la inversión (Arias, 2008, p.101).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. CARACTERIZACIÓN TAXONÓMICA Y FITOQUÍMICA DEL SUNFO

3.1.1. IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA

En conjunto con personal del Instituto de Ciencias Naturales de la UCE, se realizó la caracterización botánica, confirmándose que la muestra recolectada que se muestra en las Figuras 3.1. y 3.2., con las que se realizó la investigación corresponde al Sunfo, especie *Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze. Familia Lamiaceae, observándose la forma característica de su corola, dividida en dos partes desiguales con forma de labio. El Sunfo es una planta herbácea, rastrera, sin frutos, de hojas opuestas, que posee flores hermafroditas en concordancia con la descripción propuesta (Vega, 2001, p. 201).



Figura 3.1. Muestra para caracterización taxonómica de Sunfo *Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze



Figura 3.2. Montaje de la muestra de Sunfo recolectada para comparación con las muestras de la Colección botánica del herbario.
(González y Manuel, 2007, p. 44).

3.1.2. DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA PLANTA DE SUNFO

La planta de Sunfo cultivada en el sector el Chaupi, la cual fue obtenida a una altitud de 3 100 msnm y es reconocida por su particular aroma que es un poco fuerte y por las características descritas con anterioridad. Las plantas evidenciaron una altura de 12 cm en promedio, con una flor vistosa de color lila compuesta por 5 pétalos de distinto tamaño. Presentan un tallo y hojas de color verde claro con unas hojas simples opuestas con una longitud aproximada de 3 mm. El cultivo tenía una extensión aproximada de una hectárea.

3.1.3. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

El resultado es relativo y muy variable debido a que desde la toma de la muestra en el sector el Chaupi, hasta la entrega para su análisis, la muestra perdió volumen de humedad durante el proceso de traslado, se considera que también depende de las condiciones de cultivo, la humedad de la tierra y la época de recolección de Sunfo.

Después de varias determinaciones realizadas en hojas solas, tallos solos, tallos y hojas se concluyó un porcentaje de humedad promedio de 77.7%

3.1.4. EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE SUNFO

Luego de haber realizado la extracción del aceite esencial mediante arrastre de vapor del Sunfo se obtuvieron los resultados que se detalla en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Resultados de la extracción del aceite esencial

Parámetro	Valor
Peso de Sunfo seco (planta completa)	65 g
Peso de aceite extraído	0.904 g
Rendimiento Peso/Peso (muestra seca/ muestra húmeda)	1.4 %
Volumen aproximado de aceite	9.5 mL
Rendimiento Peso/Volumen	1.45 %

En base a estos resultados se considera al Sunfo *Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze como una planta con altas proporciones de aceites esenciales, el rendimiento mostrado por el aceite de Sunfo es aceptable, debido a que presenta valores similares a los descritos para plantas ancestrales como menta, hierba buena, manzanilla y llantén (Cholota, 2011, p. 113).

3.1.5. RENDIMIENTO DE ACEITE DE SUNFO (HOJAS, MUESTRA SECA)

El rendimiento de aceite de las hojas de Sunfo se establece en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Rendimiento de aceite de Sunfo (Hojas, muestra seca)

Parámetro	Valor
Peso de Sunfo seco (Hojas)	50 g
Peso de aceite extraído	1 314 g
Rendimiento Peso/Peso	2.6 %
Volumen aproximado de aceite	1.4 mL
Rendimiento Peso/Volumen	2.8 %

El rendimiento mostrado nos indica que el aceite esencial se puede extraer en mayor porcentaje si se realiza el proceso a partir de las hojas de la planta y los valores superan la aceptabilidad analizada en el caso anterior y comparado con plantas ancestrales.

3.1.6. RENDIMIENTO DE ACEITE DE SUNFO (HOJAS Y TALLOS, MUESTRA FRESCA)

El rendimiento de aceite de las hojas y tallos de la planta de Sunfo fresca, se establece en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Rendimiento de aceite de Sunfo (Hojas y tallos, muestra fresca)

Parámetro	Valor
Peso de Sunfo seco (planta completa)	70 g
Peso de aceite extraído	0.765 g
Rendimiento Peso/Peso	1.1 %
Volumen aproximado de aceite	0.85 mL
Rendimiento Peso/Volumen	1.2 %

La extracción de aceites esenciales a partir de hojas y tallos muestra un porcentaje menor a los casos anteriores, por lo tanto, se concluye que los tallos de la planta no contienen cantidades considerables de aceite esencial y es más eficiente utilizar solamente las hojas de las mismas.

3.2. CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA DEL SUNFO

Del estudio realizado se obtuvieron datos de la cantidad estimada de algunos metabolitos secundario en tallos y hojas-flores de la planta recolectada, los mismos que se presentan en la Tabla 3.3. Análisis Fitoquímico.

Tabla 3.4. Análisis Fitoquímico

Análisis fotoquímico*	
Alcaloides	-
Taninos	+
Saponinas	-
Flavonoides	+
Aceites esenciales	+++
Coumarinas	-
Triterpenos y esteroides	+
Glicósidos cardiotónicos	-
Aceite fijos	-
Glicósidos cianogénicos	-

Equivalencias:

- Abundante Cantidad = +++
- Mediana Cantidad= ++
- Poca Cantidad= +
- Indicios= +
- Ausencia= -

En base al análisis fitoquímico realizado se puede determinar que el Sunfo es una planta con abundante cantidad de aceites esenciales, razón por la cual posee un olor fuerte característico de gran interés comercial para el desarrollo del deshidratado para infusión que se pretende producir en la presente investigación.

Varias de las características de importancia en el uso medicinal del Sunfo se las puede atribuir a la presencia de Flavonoides, que de acuerdo a Botanical (2015), son los responsables de brindar a la planta propiedades antioxidantes, antitrombóticas, combaten fragilidad capilar, protegen al hígado y estómago, le dan a la planta capacidad antibacteriana, antiinflamatoria y analgésica (p 8).

La presencia de terpenos y esteroides es justificada debido a que se trata de componentes estructurales del aceite esencial, además conjuntamente con los Taninos son los responsables del sabor amargo que caracteriza a la planta (Berdonces, 1995, pp. 42-48).

3.3. CARACTERIZACIÓN DEL DESHIDRATADO: FÍSICO-QUÍMICO Y SENSORIALES

3.3.1. CURVAS DE SECADO DE SUNFO

La construcción de las curvas de secado realizó con el fin de determinar las condiciones más adecuadas de secado de la planta de Sunfo.

Se realizó 9 tratamientos y 3 repeticiones se usó temperaturas de: 40, 50 y 60 °C y 3 niveles de flujos de aire existentes en el equipo a valorar: 3) 1.38 m/s, 5) 2.77 m/s y 7) 3.87 m/s; las muestras secas deben estar en un rango de humedad entre 8 y 10 %, para evitar el ataque microbiano.

Se realizó la toma de pesos de las muestras cada 30 min durante el proceso de deshidratación y con los datos obtenidos se construirán las curvas de secado correspondientes a cada tratamiento (Ibarz et al., 2007, p. 95-105), lo cual servirá

para determinar el tiempo de desecación y el gasto energético durante el proceso de deshidratación, factores que se constituirán en parámetros de selección del mejor tratamiento (Fernández, 2012, p. 15).

Las muestras que fueron sometidas al proceso de secado estaban constituidas por hojas, flores y tallos en cantidad de 250 g homogéneamente distribuidos en bandejas de malla de 40 x 40 cm; debido a la estructura y al tamaño pequeño de las hojas de Sunfo no se requiere trozar o moler las muestras; se separará las ramas del tallo principal y son colocadas directamente en la bandeja (Bustamante, 1994, p. 1-10).

La variación de humedad durante el proceso de secado del Sunfo es de 60, 50, 40 %, para que exista una diferencia notable y para que en el proceso se diferencien el gasto de energía y la variación el tiempo de secado.

Tabla 3.5. Tiempo de secado

# Medición	Tiempo (h)	Peso (kg)
0	0	0.2500 (inicial)
1	0.5	Peso 1
2	1	Peso 2
3	1.5	Peso 3
4	2	Peso 4
5	2.5	Peso 5
6	3	Peso 6
7	3.5	Peso 7
8	4	Peso 8
9	4.5	Peso 9
10	5	Peso 10 (final)

Al observar la Figura 3.3, la deshidratación ocurre prácticamente en su totalidad durante las primeras dos horas de secado a 60 °C y con un flujo 7, a partir de este

punto la disminución de la cantidad de agua es poco significativa. En este caso durante la primera hora se observa una disminución muy notoria en el peso lo cual se refleja en una pendiente de valor absoluto 19.57 y un valor de R^2 (correlación entre variables, pérdida de peso a través del tiempo) igual a 0.35 (Uriel, 2013, p. 143).

La muestra redujo su peso de 250 g a 68.5 g, es decir una reducción de 181.5 g, lo que representa una pérdida del 72.6% del peso de la muestra inicial. Se calculó el tiempo de secado en 1.5 h.

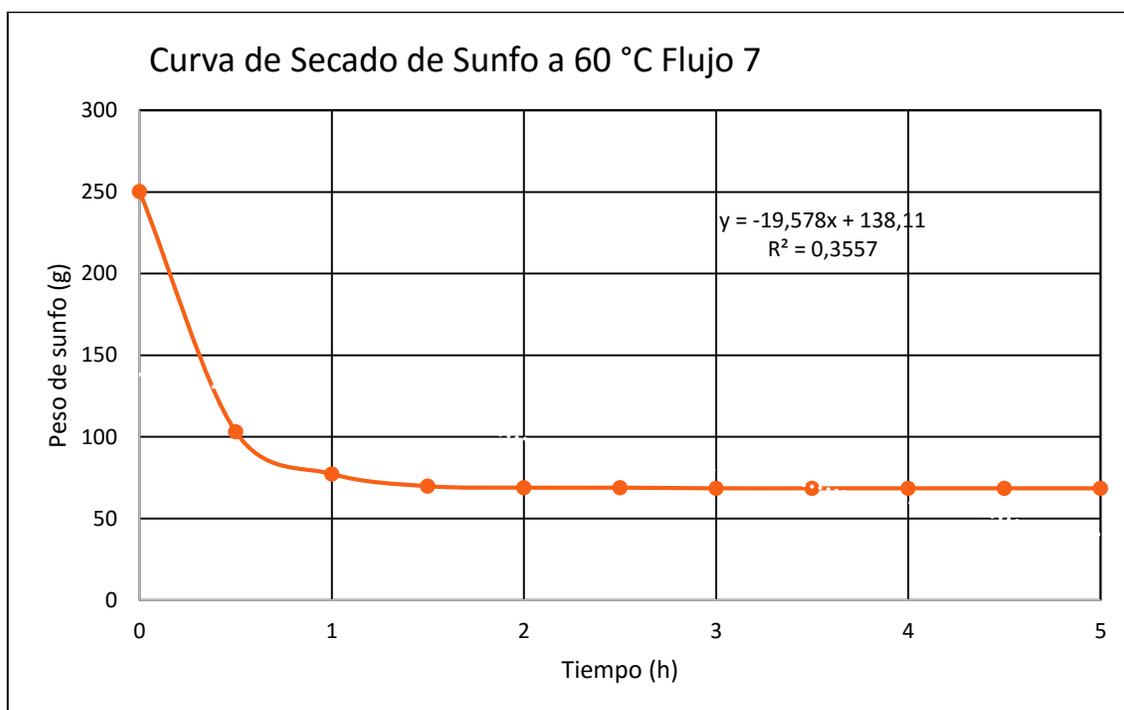


Figura 3.3. Curva de secado de Sunfo a temperatura de 60 °C flujo 7.

Al realizar el secado utilizando el flujo 5 a 60 °C la curva que se detalla en la Figura 3.4, tiene un descenso menos pronunciado que al emplear el flujo 7 (pendiente 22,7 y R^2 de 0.46), como se detalla en la figura 3.4, por lo cual se puede afirmar que el flujo utilizado tiene influencia considerable en el proceso de secado a esta temperatura. Se calculó el tiempo de secado en 1.75 h.

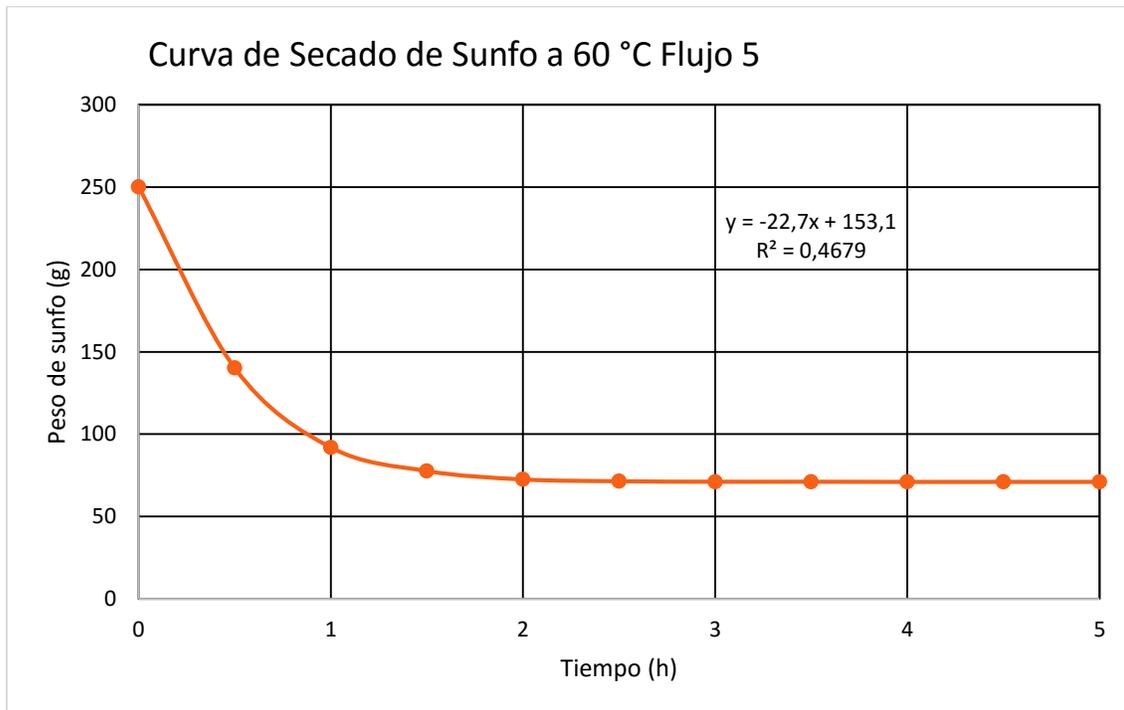


Figura 3.4. Curva de secado de Sunfo a temperatura de 60 °C flujo 5.

La pérdida de peso que se observa en la Figura 3.5 se da durante las dos primeras horas del proceso de secado al igual que en los otros dos casos en que se empleó una temperatura de 60 °C.

Cabe mencionar que el secado a 60 °C muestra gran similitud entre los distintos flujos.

Al emplear el flujo 3, se evidenció que, existe una reducción significativa de la cantidad de agua se produce durante las primeras dos horas, siendo el descenso un poco menos brusco que en los casos del flujo 7 y 5 (pendiente 22.62 y R^2 0.5), ya que la pérdida de peso es prácticamente uniforme durante las dos primeras horas.

Se determinó un tiempo de secado de 2.0 h. En los tres casos cuando se empleó una temperatura de 60 °C, el proceso fue muy eficiente en cuanto a tiempo, por lo

cual el secado debería realizarse durante un período no mayor a tres horas con la finalidad de evitar desperdiciar recursos y disminuir el gasto energético.

Es importante tener en cuenta que al realizar el secado a esta temperatura se pueden perder compuestos volátiles como los carbohidratos, alterando la composición química del deshidratado y en consecuencia alterando el sabor.

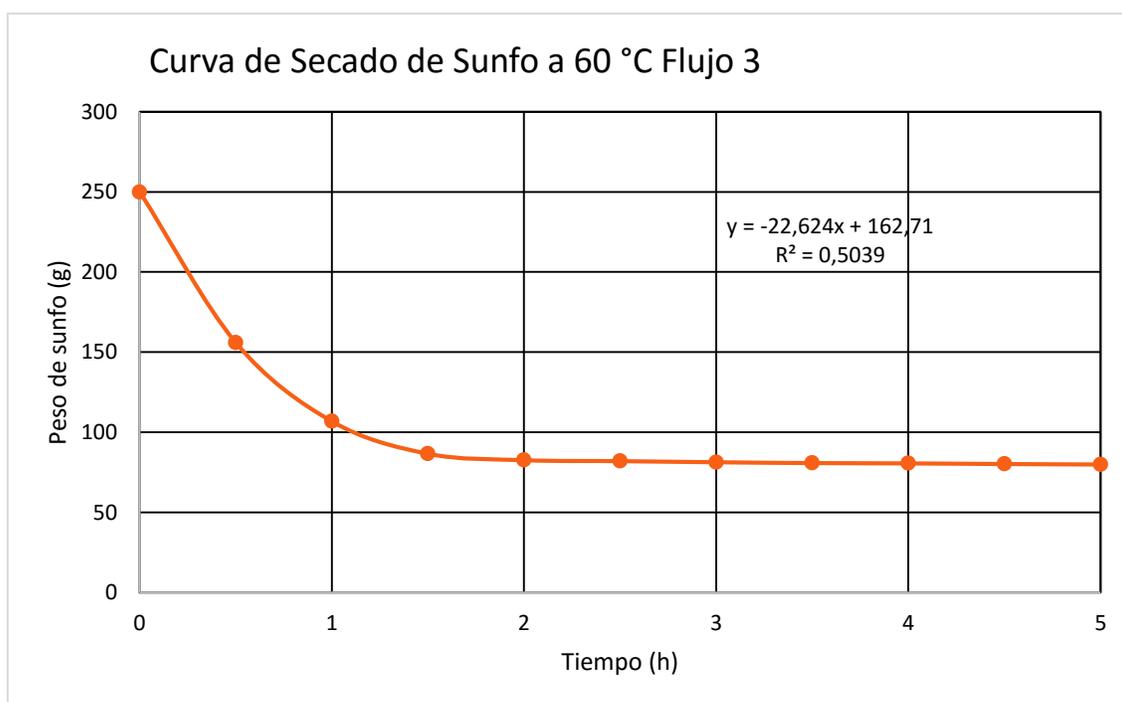


Figura 3.5. Curva de secado de Sunfo a temperatura de 60 °C flujo 3.

Para el caso analizado en la Figura 3.6, se utilizó una temperatura de 50 °C y flujo 7 durante cinco horas, se debe tomar en cuenta que el secado es notorio en la curva hasta las dos horas de iniciado, por ello se produce una pendiente de valor absoluto 25.58 y un coeficiente de R^2 de 0.55, como se detalla en la figura 3.6.

La reducción de peso fue desde los 0.250 kg de muestra inicial hasta los 0.0653 kg, es decir que la deshidratación redujo 0.184 kg del peso de la muestra lo que representa un 73.88% del peso total. Este es el porcentaje más elevado, por lo

cual se considera que el proceso de secado a 50 °C es eficiente respecto a la reducción de peso por humedad de la muestra.

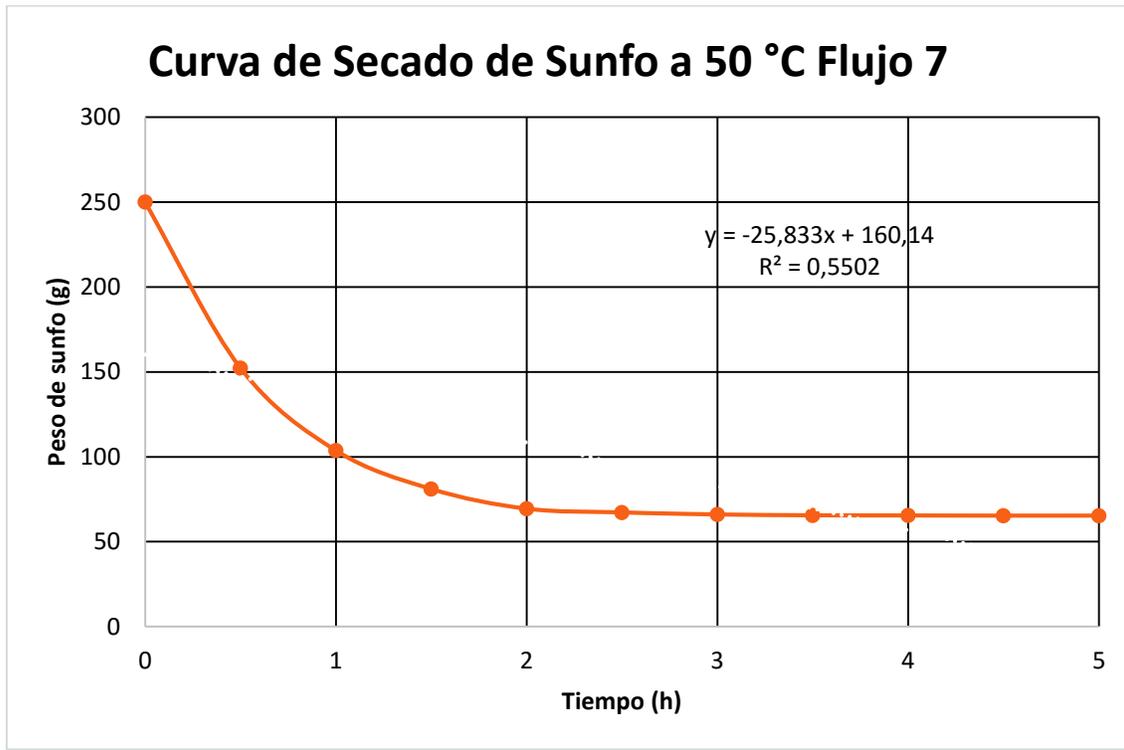


Figura 3.6. Curva de secado de Sunfo a temperatura de 50 °C flujo 7

Al observar la Figura 3.7 se ve que en el proceso a 50 °C y un flujo 5, la pérdida de peso se produce de forma uniforme durante el tiempo de secado que fue 2.5 horas, a partir de este punto no existe una variación relevante, por ello se presenta una pendiente de 25.58 y un valor de R^2 de 0.58.

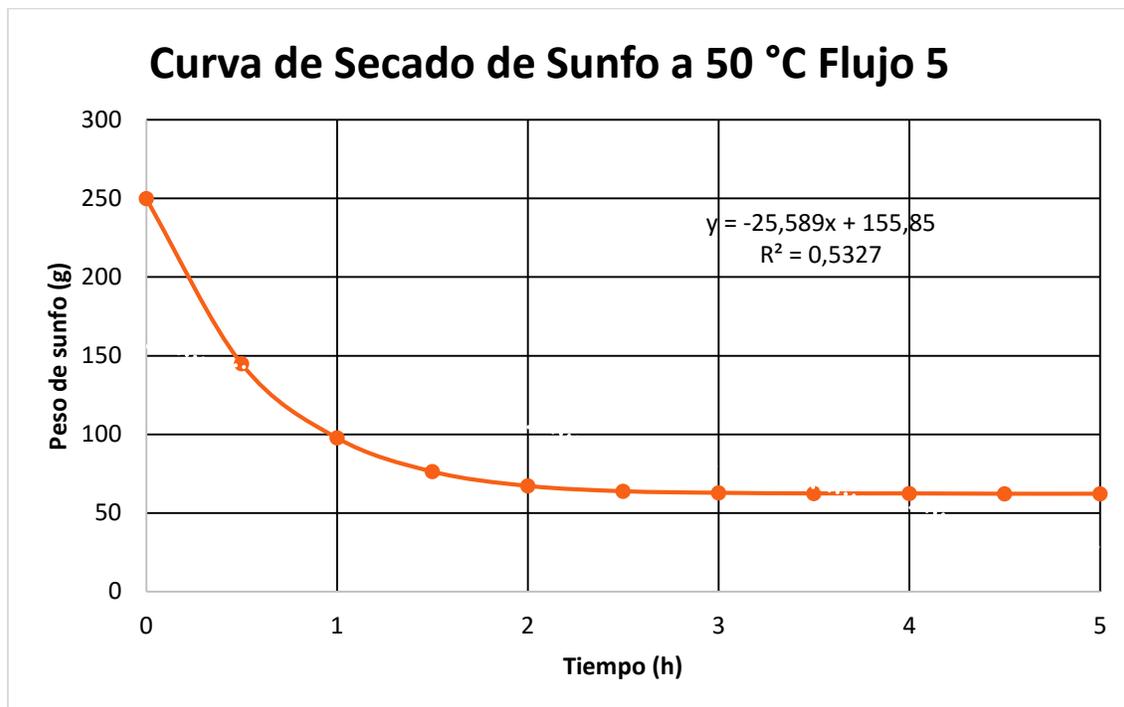


Figura 3.7. Curva de Secado de Sunfo a Temperatura de 50 °C flujo 5.

En el caso que se muestra en la figura 3.8 donde el secado a 50 °C y Flujo 3 el proceso de deshidratación se determinó el tiempo de secado de 3 h, se observa una pendiente de 25.59 y R^2 igual a 0,56.

Los tres casos analizados en el presente estudio, en los que se empleó 50 °C de temperatura de secado no muestran diferencia significativa en la curva al cambiar el flujo, por lo cual, para este caso este factor no tiene influencia respecto a la velocidad de secado. Con la finalidad de reducir costos y gasto energético es recomendable usar el Flujo 3.

Al disminuir la temperatura de secado se reduce la cantidad de compuestos volátiles que se desprenden, es importante mencionar que debajo de los 50 °C se denotó mayor crecimiento de microorganismos (Díaz y Pérez, 2006, p. 98).

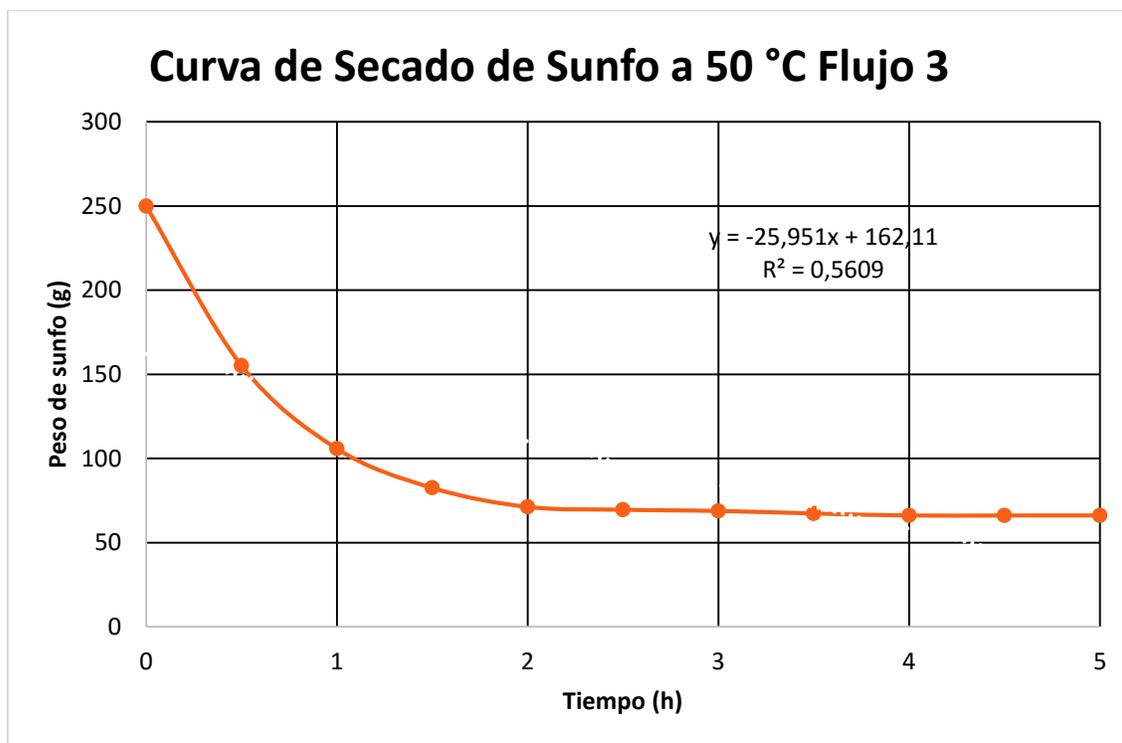


Figura 3.8. Curva de secado de Sunfo a temperatura de 50 °C flujo 3.

Como se observa en la Figura 3.9 el proceso de secado a 40 °C con flujo 7 a diferencia de los casos anteriores presentó reducción de peso notoria hasta las 4 h de iniciado como se puede ver en la figura 3.9. A partir de este punto no existe variación relevante en relación al peso de muestra, por ello se produce una pendiente de 23.15 y un coeficiente R^2 de 0.55.

Se observó una reducción en el peso desde 0.250 kg hasta 0.085 kg, es decir que se evaporaron 0.165 kg, lo que representa un 66% del total del peso de la muestra. Este porcentaje es menor que en los casos en que se utilizó temperaturas de 60 y 50 °C. Por lo tanto, el proceso de secado a 40 °C no es eficiente en relación al peso reducido por deshidratación.

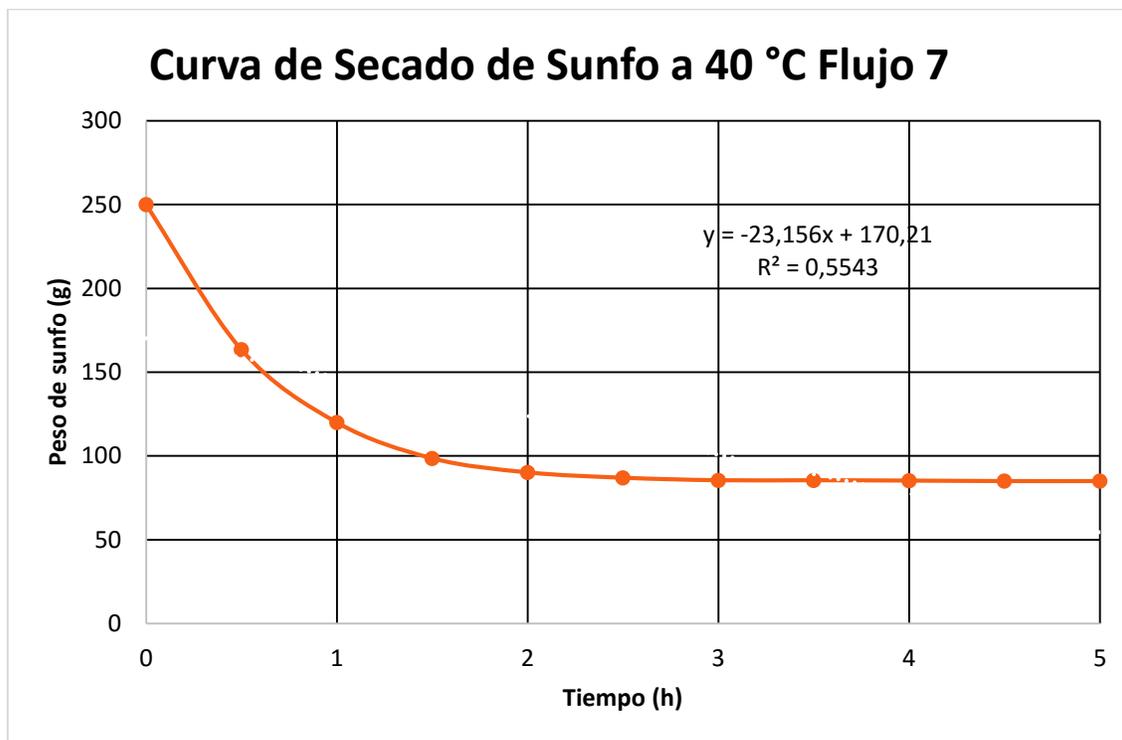


Figura 3.9. Curva de secado de Sunfo a temperatura de 40 °C flujo 7.

La pérdida de peso a causa de la deshidratación cuando se utiliza temperatura de 40 °C y flujo 5 se evidencia en la curva durante las primeras 4 h (pendiente 27.72 y R^2 de 0.65), al igual que en el anterior caso en que se empleó flujo 5, pero se diferencia de los casos en que se empleó temperaturas de 60 °C donde la pérdida de peso más evidente se produce durante las primeras 2 h. por lo cual se confirma que la temperatura de secado influye en gran medida en el tiempo del proceso de deshidratación y el proceso tardaría el doble en ser realizado como se detalla en la Figura 3.10.

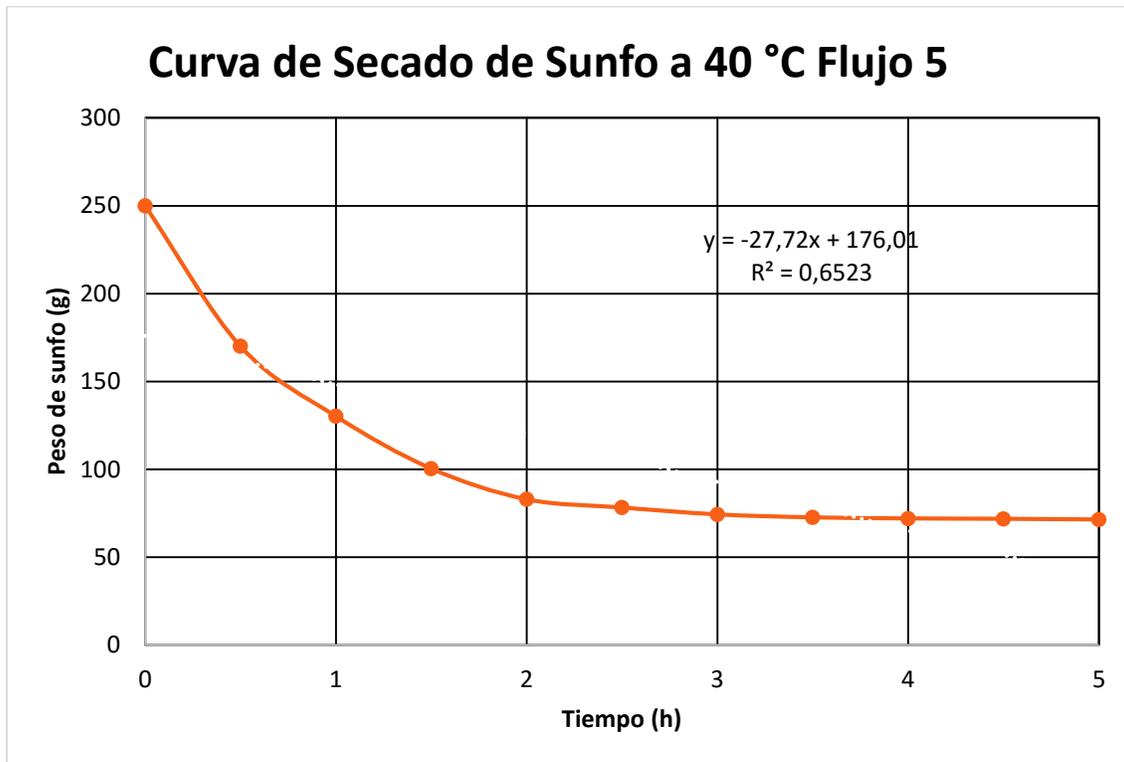


Figura 3.10. Curva de Secado de Sunfo a Temperatura de 40 °C flujo 5.

Al utilizar 40 °C de temperatura y un flujo 3 se calculó el tiempo de secado en 3.5 horas, pero podemos observar en la Figura 3.11 que el descenso en la curva se produce durante las primeras 4 horas, con una pendiente de valor absoluto 23.88 y R^2 de 0.63.

En los tres casos en que se utilizó 40 °C de temperatura el secado se prolonga hasta las 3.5 horas de iniciado el proceso, por lo cual consideramos que la deshidratación por este tratamiento tampoco es eficiente en cuanto a tiempo.

Finalmente se debe considerar que el proceso a 40 °C permite el desarrollo de bacterias termófilas.

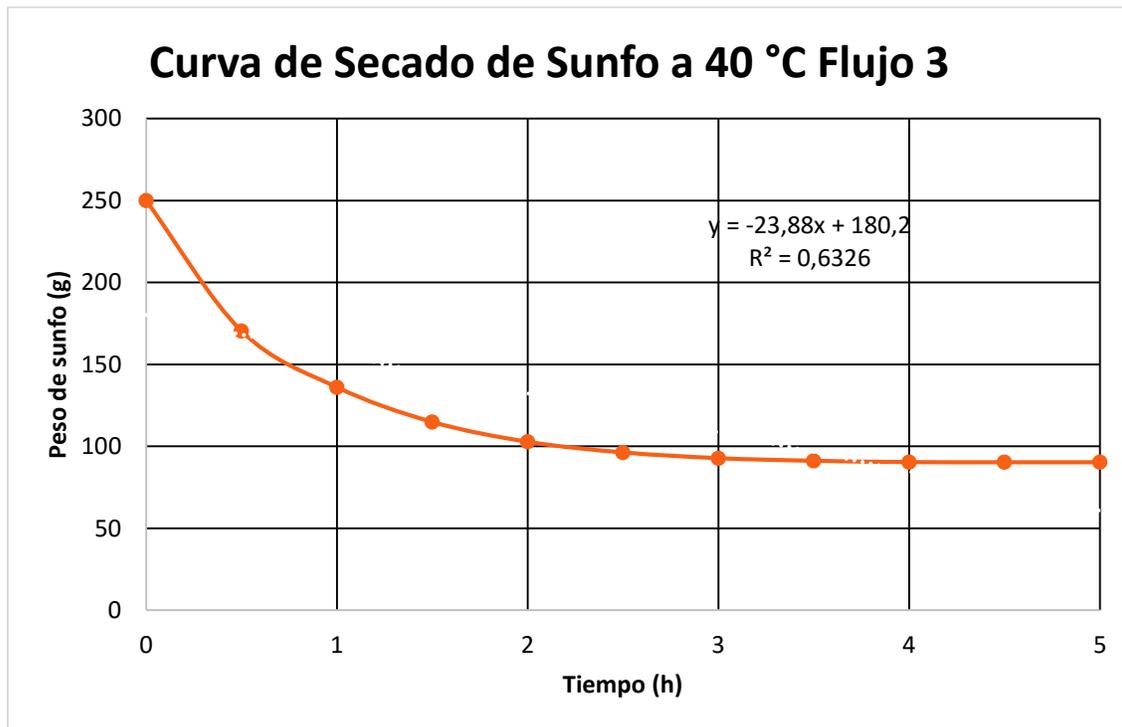


Figura 3.11. Curva de Secado de Sunfo a Temperatura de 40 °C. Flujo 3,

Después de observar las diferentes curvas de secado, se encontró que para obtener los extractos crudos de Sunfo es factible utilizar los tallos, las hojas y las flores, puesto que estas fracciones vegetales tienen prácticamente la misma cantidad estimada y composición de compuestos fenólicos y representan por igual un alto porcentaje del material vegetal seco, por lo tanto, no se justifica, que alguna parte de la planta sea desechada.

Al realizar el secado a 60 °C el equipo consume mayor cantidad de energía, pero el proceso es más eficiente en cuanto a tiempo, no obstante, se debe considerar que al realizar el proceso a esta temperatura se altera el sabor del producto debido a la volatilización de componentes como los polisacáridos presentes en el Sunfo (Díaz y Pérez, 2006, p.56).

Por otro lado, al realizar el secado a 40 °C se redujo el peso en menor proporción que en los otros casos, además el proceso requiere mayor cantidad de tiempo y permite la proliferación de microorganismos termófilos, por lo tanto, se debe considerar que el secado a 40 °C no es adecuado.

Al tener en cuenta la eficiencia en cuanto a tiempo y recursos energéticos se recomienda emplear el secado a 50 °C y flujo 3.

3.4. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA Y EL FLUJO DE AIRE EN LAS CARACTERÍSTICAS DETERMINANTES EN EL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DEL SUNFO

3.4.1. ANÁLISIS SENSORIAL

Para determinar las características organolépticas más apropiadas para el desarrollo del deshidratado se realizaron pruebas utilizando muestras de diferentes zonas del sector El Chaupi, a las que se les asignó un código, fueron evaluadas por un panel de 8 personas semi-entrenadas, las cuales evaluaron la intensidad en cuanto a color, olor, sabor y detección de sabores extraños. De acuerdo a su criterio designaron valores a cada una de las muestras presentadas en escala de 0 a 10, donde se evalúa la intensidad del atributo. Los resultados del análisis sensorial se presentan en la Figura 3.12.

En base a los valores observados en la Figura 3.12 se concluye que el deshidratado de Sunfo *Clinopodium nubigenum (Kunth) Kuntze* presentó valores elevados (mayores a 7) en cuanto a la intensidad del color y valores muy bajos (menores a 1) en relación a la detección de sabores extraños, por lo tanto, el producto presenta un color llamativo y no presenta sensaciones extrañas para los receptores gustativos, lo cual lo hace atractivo para los potenciales consumidores (Sancho, et.al. 1999, pp.68-70).

Se considera los valores obtenidos de aroma y sabor como intensidad media, lo cual es característico en plantas ancestrales utilizadas para infusiones como el caso de la menta, manzanilla, el llantén y la malva, en concordancia con lo descrito por (Cholota, 2011, p.135).

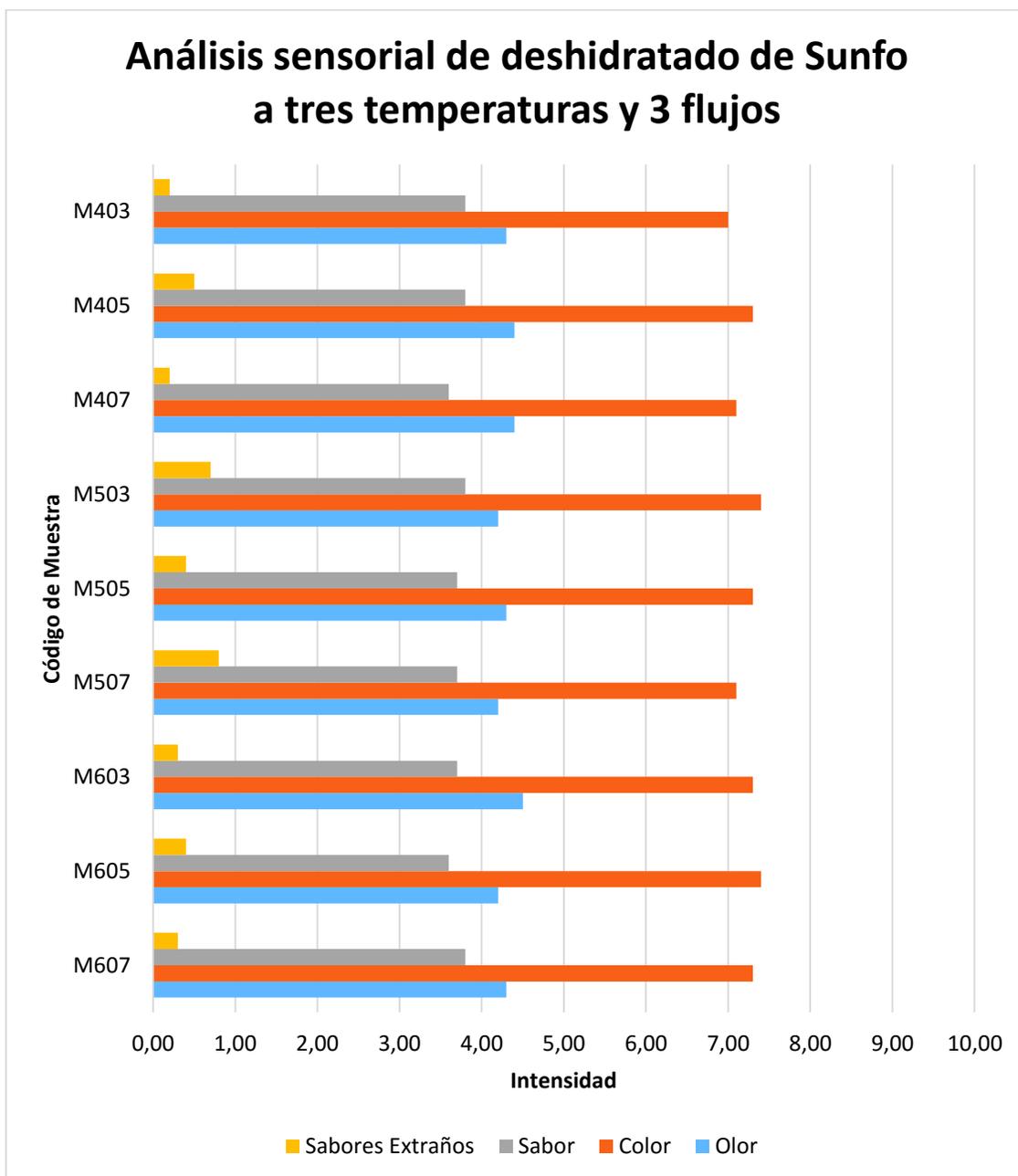


Figura 3.12. Análisis sensorial de deshidratado de Sunfo a tres temperaturas y 3 flujos

3.4.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El Análisis Estadístico No Paramétrico realizado mediante la Prueba de Friedman al 0.05 permite clasificar a las 9 muestras evaluadas en rangos, conforme al grado de significancia estadística. Los resultados se muestran en la Figura 3.13:

ANOVA											
Prueba de Friedman											
Muestra	M607	M605	M603	M507	M505	M503	M407	M405	M403	T ²	P
Color	5,50	8,50	5,50	2,50	5,50	8,50	2,50	5,50	1,00	1E30	<0,0001
Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = NAN											
Tratamiento	Suma (Ranks)		Media (Ranks)		n						
M403	1,00		1,00		1 A						
M407	2,50		2,50		1 A						
M507	2,50		2,50		1 A						
M405	5,50		5,50		1 A						
M505	5,50		5,50		1 A						
M607	5,50		5,50		1 A						
M603	5,50		5,50		1 A						
M605	8,50		8,50		1 A						
M503	8,50		8,50		1 A						
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,050)											

Figura 3.13. Análisis de varianza relación al color

En relación a la variable color, todas las muestras analizadas se encuentran en el rango A. no existe diferencia significativa que permita la formación de diferentes grupos, es decir que el valor de p fue mayor a 0.05 y las muestras tienen valores relativamente similares de color a pesar de ser secados a diferentes temperaturas y flujos.

El parámetro olor engloba a todas las muestras en un solo rango A, por lo tanto, no existe diferencia significativa estadísticamente. Es decir, la temperatura y flujo

de secado no incide en el olor del deshidratado como se puede ver en la Figura 3.14.

ANOVA											
Prueba de Friedman											
Muestra	M60	M60	M60	M50	M50	M50	M40	M40	M40	T ²	P
Color	5,00	2,00	9,00	2,00	5,00	2,00	7,50	7,50	5,00	1E3	<0,000
										0	1

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = NAN

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n
M403	2,00	2,00	1 A
M407	2,00	2,00	1 A
M507	2,00	2,00	1 A
M405	5,00	5,00	1 A
M505	5,00	5,00	1 A
M607	5,00	5,00	1 A
M603	7,50	7,50	1 A
M605	7,50	7,50	1 A
M503	9,00	9,00	1 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

Figura 3.14. Análisis de varianza relación al olor

Como se observa en la Figura 3.15, el valor de las medias obtenidas en la evaluación de intensidad del sabor no presenta variaciones significativas en relación al sabor del producto deshidratado, ya que todos los tratamientos analizados se encuentran dentro del rango A.

ANOVA											
Prueba de Friedman											
Muestra	M60 7	M60 5	M60 3	M50 7	M50 5	M50 3	M40 7	M40 5	M40 3	T ²	P
Color	7,50	1,50	4,00	4,00	4,00	7,50	1,50	7,50	7,50	1E3 0	<0,000 1

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = NAN

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n
M403	1,50	1,50	1 A
M407	1,50	1,50	1 A
M507	4,00	4,00	1 A
M405	4,00	4,00	1 A
M505	4,00	4,00	1 A
M607	7,50	7,50	1 A
M603	7,50	7,50	1 A
M605	7,50	7,50	1 A
M503	7,50	7,50	1 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

Figura 3.15. Análisis de varianza relación al sabor

Finalmente, para el parámetro detección de sabores extraños, que se muestra en la Figura 3.16, al igual que en los casos anteriores no se detectó la conformación de rangos, por lo tanto, los 9 tratamientos tienen valores estadísticamente similares.

El análisis estadístico revela que para los cuatro parámetros existió agrupación dentro de un solo rango A, por lo tanto, no se formaron conglomerados. Se presentó un valor de p mayor a 0.05; lo cual indica que no existió diferencia estadística significativa entre las muestras analizadas. En base a estos resultados se adoptó la hipótesis nula, señala que, en todos los tratamientos, en las diferentes temperaturas y flujos de secado se produjo efectos en relación a las características organolépticas del producto. En tal virtud, el factor concluyente para el diseño de la planta es la eficiencia energética en el proceso de secado (Ramos, 2012,p.176).

ANOVA											
Prueba de Friedman											
Muestra	M60 7	M60 5	M60 3	M50 7	M50 5	M50 3	M40 7	M40 5	M40 3	T ²	P
Color	3,50	5,50	3,50	9,00	5,50	8,00	1,50	7,00	1,50	1E3	<0,000
Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = NAN											
Tratamiento	Suma (Ranks)		Media (Ranks)		n						
M403	1,50		1,50		1		A				
M407	1,50		1,50		1		A				
M507	3,50		3,50		1		A				
M405	3,50		3,50		1		A				
M505	5,50		5,50		1		A				
M607	5,50		5,50		1		A				
M603	7,00		7,00		1		A				
M605	8,00		8,00		1		A				
M503	9,00		9,00		1		A				
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,050)											

Figura 3.16. Análisis de varianza relación a detección de sabores extraños

3.4.3. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

La finalidad del proceso de producción de un deshidratado para infusión de Sunfo es brindar un producto inocuo, por esta razón se realizó un análisis microbiológico con el producto obtenido después del secado a diferentes temperaturas, como se muestra en la tabla 3.7.

3.4.3.1. Análisis microbiológicos de muestra secada A 40 °C.

La cantidad de aerobios totales es muy elevada como se muestra en la Tabla 3.6, lo cual se justifica debido a que el secado se lo realiza con aire caliente, lo cual da las condiciones de intercambio de Oxígeno necesarias para la proliferación de microorganismos. La presencia de enterobacterias es baja y la ausencia de *E. coli* indica que no existe probabilidad elevada de producir enfermedades estomacales a los consumidores. La presencia de mohos y levaduras se debe a que la muestra posee una cantidad considerable de humedad.

Tabla 3.6. Análisis microbiológico muestra secada a 40° C.

Agente microbiológico	Parámetro/Máximo
Aerobios totales	0.265 x 10 ⁷ UFC
Escherichia coli	ausente
Enterobacteriaceas	0.0026 x 10 ³ UFC
Mohos y levaduras	0.756 x 10 ⁴ UFC
Clostridium	ausente
Salmonella en 1 g	ausente
Shigella, en 1 g	ausente

A pesar de que la muestra no sobrepasa los límites permisibles existe un número considerable de microorganismos, principalmente aerobios, mohos y levaduras, lo

cual indica que existen probabilidades de contaminación y el producto va a requerir un proceso de desinfección adicional para ser expandido.

3.4.3.2. Análisis microbiológicos de muestra secada a 50 °C.

En la Tabla 3.7 la cantidad de aerobios totales, enterobacterias, mohos y levaduras es menor a la presentada en el secado a 40 °C, lo cual se indica que el secado a 50 °C disminuye sustancialmente la proliferación de bacterias. El descenso en la cantidad de enterobacterias y la ausencia de *E. coli* indica que el deshidratado para infusión no va a producir enfermedades estomacales a los consumidores si se lo seca a esta temperatura. La reducción de mohos y levaduras se debe a que la muestra disminuye la humedad en un tiempo más rápido, por lo cual no se presentan las condiciones requeridas por estos microorganismos.

Tabla 3.7. Análisis microbiológico muestra secada a 50 °C.

Agente microbiológico	Parámetro/Máximo
Aerobios totales	0.073 x 10⁷ UFC
<i>Escherichia coli</i>	ausente
Enterobacteriaceas	0.0012 x 10³ UFC
Mohos y levaduras	0.135 x 10⁴ UFC
Clostridium	ausente
Salmonella, en 1 g	ausente
Shigella, en 1g	ausente

3.4.3.3. Análisis microbiológicos de muestra secada a 60 °C.

La cantidad de microorganismos al realizar el secado a 60 °C descendió, aunque no existe una diferencia significativa respecto al proceso de secado a 50 °C, no así con la muestra secada a 40 °C donde se nota un evidente cambio. El análisis presentó los valores más bajos de los tres casos como se evidencia en la Tabla

3.8 por lo cual se considera que el producto presenta inocuidad necesaria y no generará procesos infecciosos en los consumidores.

Tabla 3.8. Análisis microbiológico muestra secada a 60 °C.

Agente microbiológico	Parámetro/Máximo
Aerobios totales	0.053 x 10⁷ UFC
<i>Escherichia coli</i>	ausente
Enterobacteriaceas	0.0010 x 10³ UFC
Mohos y levaduras	0.109 x 10⁴ UFC
Clostridium	ausente
Salmonella, en 1 g	ausente
Shigella, en 1g	ausente

Con estos resultados se afirma que la temperatura influye representativamente en el crecimiento y desarrollo de microorganismos. No es recomendable el secado a 40 °C debido a que permite el crecimiento de microorganismos termófilos. A partir de los 50 °C existe un descenso considerable en la cantidad de microorganismos por lo cual se debe realizar el secado a temperaturas superiores a ésta.

3.5. DISEÑO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DEL DESHIDRATADO DE SUNFO

3.5.1. LOCALIZACIÓN

Como se puede observar en la figura 3.17. La planta de procesamiento será localizada en la Provincia de Pichincha, Cantón Mejía en la comunidad el Chaupi, a una altitud de 2900 m.s.n.m. lugar en el cual se encuentra la comunidad

campesina que practica actualmente la siembra y recolección de plantas medicinales y aromáticas nativas incluyendo el Sunfo.



Figura 3.17. Vista satelital de la comunidad campesina El Chaupi

3.5.2. TAMAÑO DE LA PLANTA

La máxima capacidad instalada de la planta es para procesar 500 kg de materia prima semanal, cantidad que fue estimada en relación a la cantidad promedio de Sunfo que producen los integrantes de la Comunidad campesina El Chaupi.

3.5.2.1. Infraestructura

El diseño de la planta se lo realiza con base en las reglas y procedimientos de las buenas prácticas de manufactura (REGISTRO OFICIAL 696.2002).

Las paredes dentro de la zona de producción deben estar pintadas de color blanco claro, la pintura debe ser sintética de caucho, lisas con el objetivo de facilitar la limpieza y mantener limpias las zonas de trabajo.

Los pisos deben ser de material antideslizante para evitar caídas y resbalones; y deben estar adecuados para facilitar la limpieza y el drenaje.

Los drenajes y los sistemas de ventilación deben estar protegidos por mallas para evitar el ingreso de roedores, insectos y cualquier tipo de plagas.

Para el proyecto en estudio, los miembros de la comunidad ya cuentan con una infraestructura instalada en terreno de propiedad comunitaria, con un área de fábrica de 180 m² aproximadamente, con cerramiento y acceso por vía principal lo cual facilita el acceso de transporte para ingreso y salida tanto de materia prima como de producto terminado.

3.5.3. FLUJOGRAMA DEL PROCESO

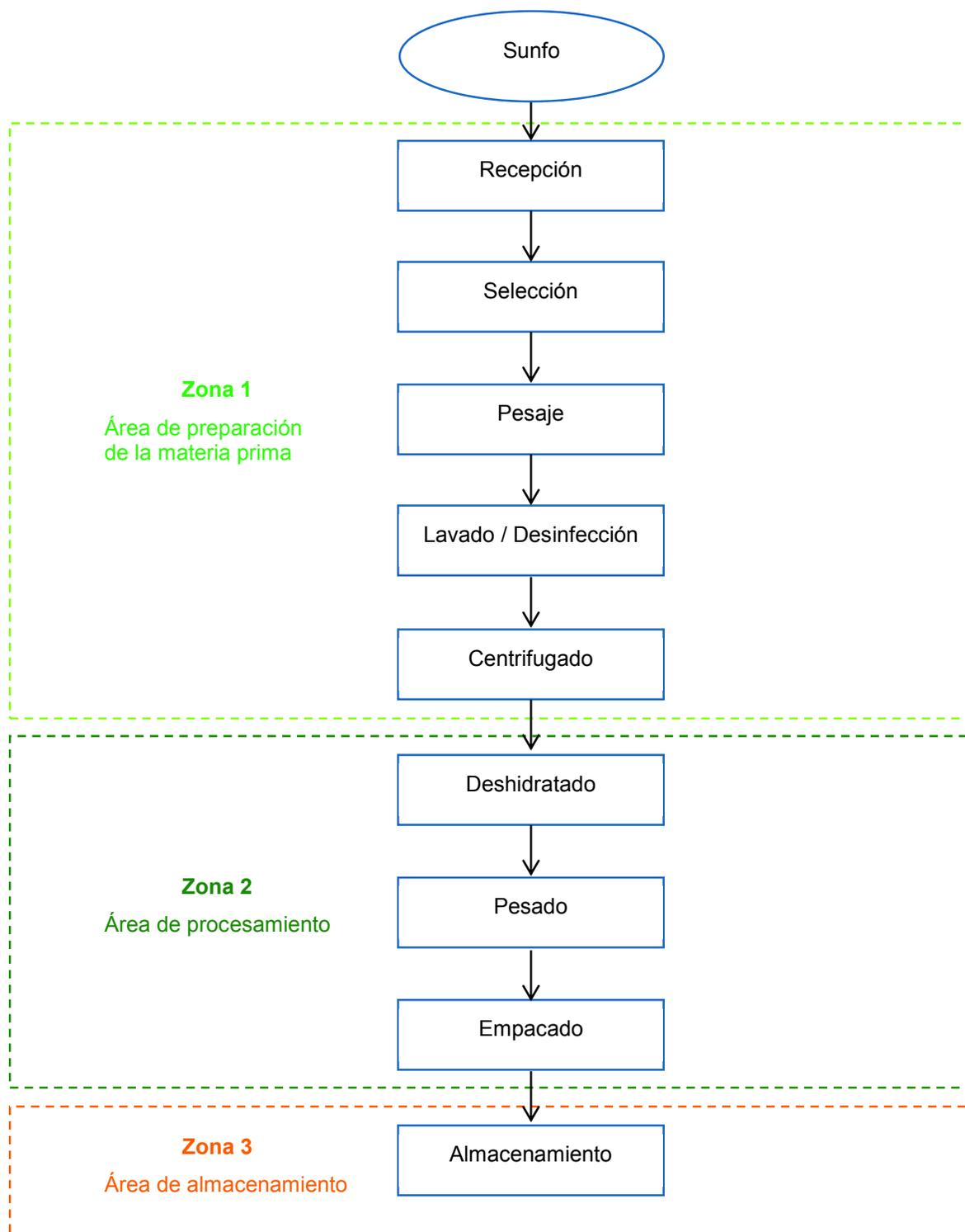


Figura 3.18. Flujograma del proceso de secado del Sunfo

3.5.3.1. Recepción y pesaje

Este paso se lo realiza al recibir la materia prima en condiciones adecuadas, para proceder a pesarla, registrarla y así poder iniciar el proceso de secado, se consideró que dentro de este proceso se efectúa una selección y separación de posibles plantas que no sean Sunfo o no se encuentren en las condiciones de apropiadas para el proceso.

3.5.3.2. Lavado

Se sumerge y lava el Sunfo en tanques de inmersión, durante 2 minutos en una solución de productos orgánicos desinfectantes como el kilol (extracto de toronja), en el mismo tiempo se separa los restos del material que no es propio del Sunfo.

3.5.3.3. Centrifugado

En éste proceso se coloca el Sunfo en una maquina centrifugadora con la finalidad de eliminar el exceso de humedad superficial que adquiere la materia prima durante el proceso de lavado.

3.5.3.4. Deshidratado

Este proceso se lo elabora a tres distintas temperaturas, 40, 50 y 60 °C, para comparar la incidencia de las mismas, en el producto final como se observa en la figura 3.19, en función de lo cual se establece la temperatura más idónea, para el tratamiento de la planta.



Figura 3.19. Proceso de secado de Sunfo *Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze

3.5.3.5. Empaque

Un aproximado de 2 gr. de deshidratado de Sunfo se envasa en fundas de celulosa autofiltrantes para té, a las bolsitas individuales con etiqueta, hilo y sobreenvoltura de papel se las une al empaque de cartón de 25 unidades y se sella con papel film transparente.

3.5.3.6. Almacenamiento

El producto final es almacenado y protegido de la luz en un lugar fresco y seco, a temperatura ambiente, apilado en racks plásticos para evitar su contacto con el suelo y/o paredes.

3.5.4. DIMENSIÓN, ESPECIFICACIONES Y SELECCIÓN DE EQUIPOS

La selección de maquinaria y equipos se la realizó en función de las capacidades de producción de materia prima en la comunidad el Chaupi, con una evaluación para cuantificar al detalle de la cantidad que se va a producir en el día, con fin de

buscar el adecuado tamaño de cada equipo. La maquinaria y equipos se observa con sus especificaciones técnicas en la Tabla 3.9.

Tabla 3.9. Maquinaria y Equipos

ITEM	UNIDADES	ESPECIFICACIONES
Horno deshidratador de bandejas	1	Marca: Nacionales Dimensiones: 1.80 m x 1.30 m x 1.80 m
Maquina Empacadora	1	Marca: ASTIMEC Dimensiones: 0.5 m x 0.86 m x 2.40 m
Mesa de acero inoxidable	3	Material: acero inoxidable Dimensiones: 2 m x 1 m x 1.20 m
Estantería	3	Material: acero inoxidable Dimensiones: 2 m x 0.93 m x 0.4 m
Balanza digital	2	Marca: OHAUS Modelo: Scout PRO Capacidad 2000 gr x 0.1 gr
Balanza de pie	2	Marca: Mettler Toledo Capacidad: 60 kg x 10 gr Área de plataforma: 0.80 m x 0.60 m
Cilindros de gas	3	Capacidad: 45 kg
Coches de transporte	2	Capacidad: 75 l Dimensiones: 0.60 m x 0.40 m x 1 m
Centrifugadora	1	Material: acero inoxidable Capacidad: 130 kg Potencia. 1.5 kw
Gavetas de almacenamiento	10	Material: plástico Capacidad: 72 lt Dimensiones. 0.60 m x 0.40 m x 0.30 m
Perchas para almacenaje	4	Material: acero inoxidable Dimensiones: 2 m x 1 m x 0.6 m

3.5.5. BALANCE DE MASA

En la Figura 3.20 se muestra el flujograma de producción del trabajo en planta.

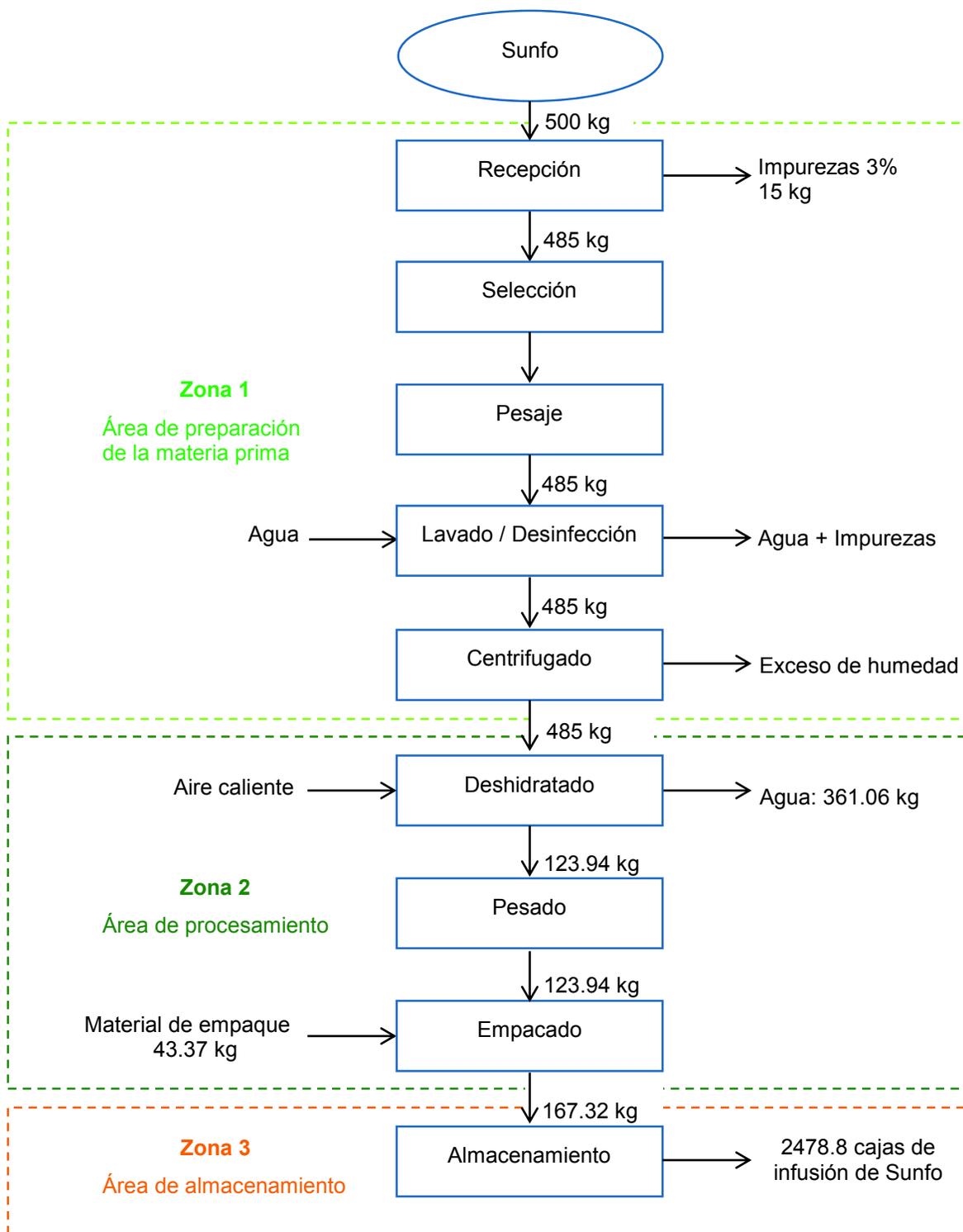


Figura 3.20. Balance masa para el proceso de transformación del Sunfo

3.5.6. BALANCE DE ENERGÍA

El balance de energía se lo realizó exclusivamente para el proceso de secado, donde se utiliza la mayor cantidad de combustible. El diagrama para el balance se detalla en la Figura 3.21.

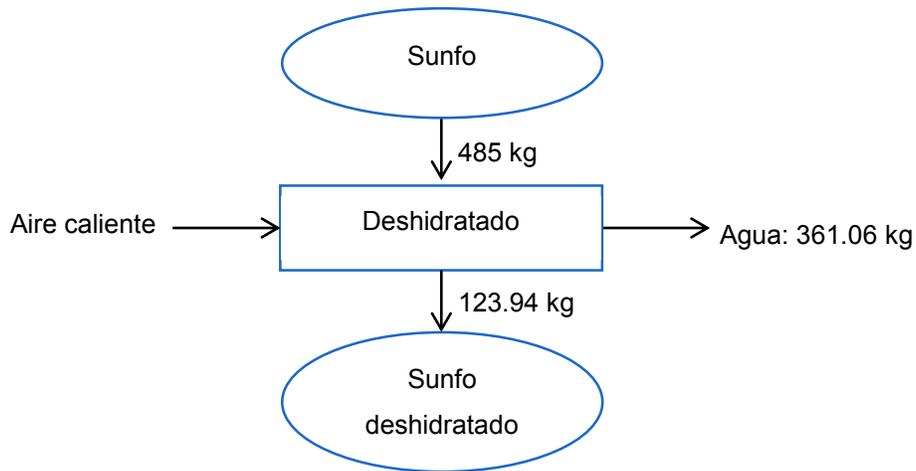


Figura 3.21. Balance de energía en el proceso de secado de Sunfo

Se estima que el rendimiento del deshidratador es de 70%; para el ejercicio en estudio se determinó que el gasto energético para una semana de proceso de secado teniendo en cuenta 5 días hábiles y procesando 100 kg de materia prima por día es de:

Temperatura 40 °C: 6 687.38 kj

Temperatura 50 °C: 9 037.38 kj

Temperatura 60 °C: 11 387.38 kj

3.6. ANÁLISIS FINANCIERO

3.6.1. INVERSIÓN

En el presente estudio se considera una producción inicial aproximada de 500 kg de Sunfo semanales, lo que representa 2 479 cajas de producto terminado, equivalentes a 118 992 cajas anuales, en presentaciones de 25 bolsitas por caja.

El costo del Sunfo, haciendo referencia a especies similares como hierba buena o menta, es de entre 0.80 y 1.20 dólares por kilogramo, similar al precio pagado por empresas de procesamiento de hierbas aromáticas para elaboración de infusiones.

Dividiendo; la suma de los costos de producción, gastos financieros, gastos administrativos, gastos de ventas; para el número de cajas de producto terminado al año, tenemos un costo unitario de 57 centavos de dólar por caja.

Las proyecciones para el cálculo del VAN y la TIR se realizaron a 5 años.

3.6.2. INVERSIÓN INICIAL

Al plantear el presente proyecto de diseño de una planta para la elaboración de un deshidratado para infusiones de Sunfo, resulta indispensable indagar y analizar la información disponible, que permita determinar las inversiones en la que se debe incurrir para desarrollar el proyecto. En el presente caso, se tiene el cuadro de la inversión inicial requerida, formada por la inversión fija (activos fijos), diferida (activos diferidos) y el capital de trabajo (recursos monetarios necesarios para la puesta en marcha de las operaciones de la planta).

3.6.2.1. Inversión Fija

Comprende el activo tangible o fijo, bienes propiedad de la empresa que se caracterizan porque no resulta fácil desprenderse de éstos, sin que ello ocasione problemas a sus activos productivos (Baca, 2012, p. 58). Para el presente estudio se ha establecido la inversión fija que se detalla en la Tabla 3.10.

Tabla 3.10. Inversión Fija

INVERSIÓN ACTIVOS FIJOS			
ITEM	UNIDADES	PRECIO \$ USD	TOTAL \$ USD
Horno de 4 latas	1	5 000.00	5 000.00
Máquina Empacadora	1	1 720.00	1 720.00
Herramientas y utensillos de trabajo	1	400.00	400.00
Mesa de acero inoxidable	3	120.00	360.00
Estantería	3	110.00	330.00
Balanza digital	2	112.00	224.00
Balanza de pie	2	385.00	770.00
Cilindros de gas	3	128.00	384.00
Escritorio	2	140.00	280.00
Sillas giratorias	2	80.00	160.00
Sillas de recepción	4	60.00	240.00
Sofá recepción	1	250.00	250.00
Teléfono	1	80.00	80.00
Perforadora	1	3.50	3.50
Grapadora	1	3.80	3.80
Archivadores	3	80.00	240.00
Computador	2	837.19	1 674.38
Coches de transporte	2	50.00	100.00

Tanque de lavado	1	100.00	100.00
Centrifugadora	1	1 200.00	1 200.00
Gavetas de almacenamiento	10	20.00	200.00
Perchas para almacenaje	4	300.00	1 200.00
Camión de despacho	1	35 000.00	35 000.00
Terreno	1	50 000.00	50 000.00
Infraestructura y adecuaciones	1	7 000.00	7 000.00
TOTAL ACTIVOS FIJOS			106 919.68

En la Tabla 3.11 se detalla los valores de los activos fijos intangibles.

Tabla 3.11. Inversión Activos Fijos Intangibles

INVERSIÓN ACTIVOS FIJOS INTANGIBLES			
ITEM	UNIDADES	PRECIO	TOTAL
Constitución de sociedad	1	1 500.00	1 500.00
Permiso de funcionamiento	1	160.00	160.00
Patente municipal	1	220.00	220.00
Programa de facturación e inventario	1	350.00	350.00
TOTAL ACTIVOS INTANGIBLES			2 230.00

3.6.2.2. Capital de Trabajo

Forma parte de la estructura de financiamiento de una compañía, por lo tanto, son los recursos permanentes que dispone para financiar las operaciones de corto plazo (Baca, 2012, p. 62).

$$CT = \text{Deuda de Largo Plazo} + \text{Recursos propios} - (\text{Activo fijo}) \quad [3.6.2.2]$$

Tabla 3.12. Capital de Trabajo Proyectado

CAPITAL DE TRABAJO	Año 1 \$ USD	Año 2 \$ USD	Año 3 \$ USD	Año 4 \$ USD	Año 5 \$ USD
(Deuda L/P+Recursos Propios)-Activo Fijo	154 914.85	190 995.01	227 075.18	263 155.35	299 235.51

En la tabla 3.12 se detallan los valores de capital de trabajo proyectados a 5 años, se puede observar el aumento anual del capital de trabajo debido a que la utilidad acumulada de cada año forma parte de los recursos propios de la empresa; pues para efectos del ejercicio se estableció que la compañía no hará reparto de los dividendos.

3.6.3. ESTADO DE PÉRDIDA Y GANANCIAS

Al efectuar las proyecciones de los distintos costos y gastos necesarios para la puesta en marcha del proyecto, se obtiene una utilidad de 28 458.92 USD durante el primer año, sin embargo, es necesario realizar el cálculo de indicadores financieros, los cuales proporcionan información más acertada respecto a la rentabilidad de la inversión.

En la Tabla 3.13 se detalla el Estado de Pérdidas y Ganancias para los primeros 5 años del proyecto; debido a que la proyección para los primeros 5 años es mantener la producción constante se puede visualizar que tanto los gastos operacionales, como los costos de venta e impuestos son los mismos.

Tabla 3.13. Estado de Pérdidas y Ganancias

ESTADO DE RESULTADOS	AÑO 0	AÑO 1 \$ USD	AÑO 2 \$ USD	AÑO 3 \$ USD	AÑO 4 \$ USD	AÑO 5 \$ USD
Ventas		142 790.40	142 790.40	142 790.40	142 790.40	14 790.40
Costo de ventas		67 825.44	67 825.44	67 825.44	67 825.44	67 825.44
Margen Bruto		74 964.96				
Gastos Operativos		25 702.27	25 702.27	25 702.27	25 702.27	25 702.27
Utilidad Operativa EBITDA		49 262.69				
Amortización		4 621.25	4 621.25	4 621.25	4 621.25	4 621.25
EBIT		44 641.44				
Int pagados			1 200.00	900.00	600.00	300.00
EBT		44 641.44	43 441.44	43 741.44	44 041.44	44 341.44
PTU		6 696.22	6 696.22	6 696.22	6 696.22	6 696.22
ISR		9 486.31	9 486.31	9 486.31	9 486.31	9 486.31
Utilidad Neta		28 458.92				

3.6.4. PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio es el volumen de ventas que se debe cubrir a un precio determinado, con el fin de solventar los costos de producción y comercialización, es decir, aquel nivel donde no se obtiene beneficios, pero tampoco se obtienen pérdidas (DINEP, 2014, pág. 56).

En Tabla 3.14 se detalla los costos totales vs los ingresos por ventas con lo que se logró el gráfico del punto de equilibrio.

Tabla 3. 14. Costo total vs ingresos por ventas

UNIDADES VENDIDAS	COSTO TOTAL \$ USD	INGRESO X VENTAS \$ USD
0	28 800.00	0.00
5 000	30 121.21	6 000.00
10 000	31 442.43	12 000.00
15 000	32 763.64	18 000.00
20 000	34 084.85	24 000.00
25 000	35 406.06	30 000.00
30 000	36 727.28	36 000.00
35 000	38 048.49	42 000.00
40 000	39 369.70	48 000.00
45 000	40 690.91	54 000.00
50 000	42 012.13	60 000.00

55 000	43 333.34	66 000.00
60 000	44 654.55	72 000.00
65 000	45 975.77	78 000.00
70 000	47 296.98	84 000.00
75 000	48 618.19	90 000.00
80 000	49 939.40	96 000.00

Para alcanzar el punto de equilibrio es necesario tener unas ventas mínimas de aproximadamente 36 000.00 USD, de ésta manera se cubren los costos y gastos generados por giro del negocio, como se detalla en la Figura 3.23.

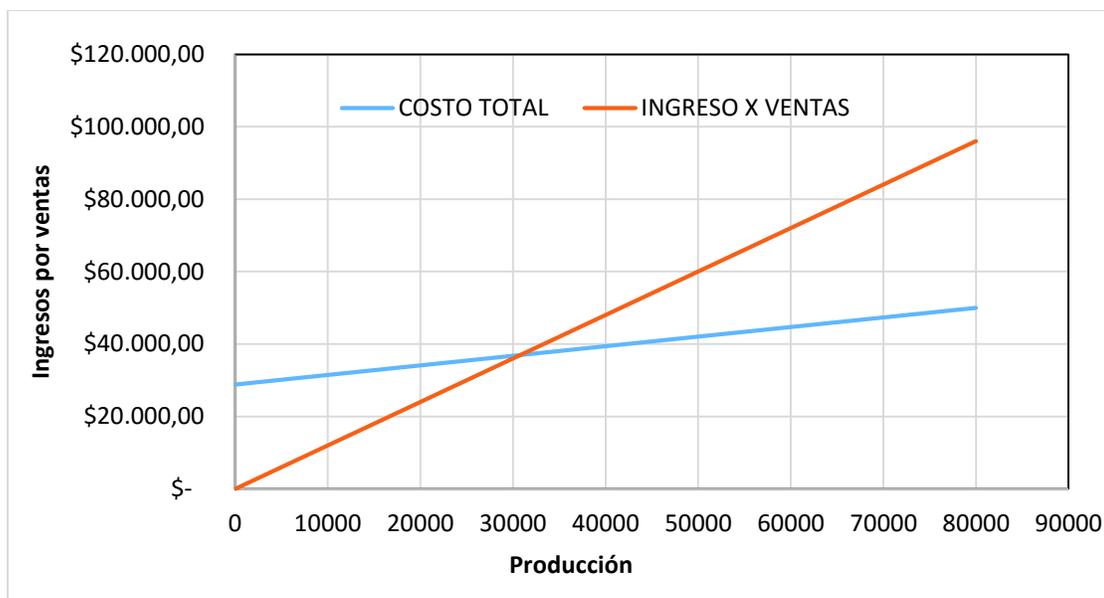


Figura 3.22. Punto de Equilibrio

Para efectos de cálculo del estudio financiero se considera entonces que la producción necesaria para llegar al punto de equilibrio es de 30 000 cajas de infusión de Sunfo al año.

3.6.5. INDICADORES FINANCIEROS

Para efectos del análisis financiero se estableció una rentabilidad del 20%, es decir la rentabilidad mínima exigida a la inversión, en virtud de la cual se calculan los principales indicadores financieros que permiten determinar la factibilidad de la inversión necesaria para la puesta en funcionamiento de la planta de procesamiento para elaboración de infusiones de Sunfo, ubicada en la comunidad campesina el Chaupi.

3.6.5.1. Valor Actual Neto (VAN)

El VAN es un cálculo que permite determinar la existencia o no de un remanente o adicional monetario, respecto de la inversión exigida al proyecto de factibilidad.

El Valor Actual Neto de la presente inversión es de 19 810.66 USD, siendo un valor mayor que cero, lo que refleja que genera un remanente o adicional a la inversión exigida de la manera que se detalla en la Tabla 3.15.

Tabla 3.15. Valor Actual Neto

FLUJOS DE CAJA		
PERIODO	FLUJO	VAN
0	\$ (106 919.68)	\$ (106 919.68)
1	\$ 28 399.42	\$ 23 666.19
2	\$ 44 641.44	\$ 31 001.00
3	\$ 49 262.69	\$ 28 508.50
4	\$ 49 262.69	\$ 23 757.08
5	\$ 49 262.69	\$ 19 797.57
TIR 27%		\$ 19 810.66

FORMULA DEL VAN

$$\text{flujo}/(1+i)^n$$

[3.6.5.1.]

Donde:

I = rentabilidad esperada

n= periodo

3.6.5.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno reitera la rentabilidad de la inversión en la planta de elaboración de infusiones de Sunfo.

La tasa interna de retorno de la inversión es de 27%, lo que demuestra que la implementación del proyecto es superior al costo de oportunidad.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- El Sunfo es una planta nativa conocida por las poblaciones de paramo altoandino utilizada para tratar una amplia gama de afecciones, en especial de tipo gastrointestinal.
- La temperatura ideal para el proceso de deshidratación está en el rango de 50 ± 2 °C, debido a que de esta manera se evita la proliferación de microorganismos.
- El tiempo óptimo para la operación de secado es de 3 h, debido a que en los ensayos se determinó que posterior a las 2 h 30 min en el proceso de deshidratado, el tratamiento alcanza la humedad requerida de 10%.
- Una vez realizado el análisis fitoquímico se obtiene que, el Sunfo fresco posee una elevada cantidad de aceites esenciales (+++).
- Los análisis microbiológicos, indican que la temperatura influyó en el desarrollo de microorganismos, a temperaturas superiores a 40 °C la cantidad de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) se reducen en gran medida.
- Según la evaluación físico-química presenta que el mejor tratamiento es T5 (50 °C por 4 h), lo que indica que es mejor a nivel productivo ya que es el que presenta mayor porcentaje de materia seca con menor gasto energético.
- De acuerdo al análisis sensorial las muestras evaluadas por personal semi-entrenado no presentan variaciones significativas respecto a sus características organolépticas al utilizar los flujos y temperaturas

propuestas, por lo tanto, el factor concluyente para el diseño de la planta es la eficiencia energética.

- El Análisis Financiero demostró la factibilidad económica de desarrollar una planta de producción de deshidratados para infusión de Sunfo, en capacidad de generar un adicional de 19 810.66 USD que indica el VAN, una TIR del 27%, dejando en claro que el proyecto es viable y rentable.

4.2. RECOMENDACIONES

- Para la recolección de materia prima, previamente es necesario realizar capacitación al personal con el objetivo de proveer materia prima en óptimas condiciones y así facilitar el proceso de producción.
- Realizar el proceso de secado en un intervalo de temperatura de 50 ± 2 °C, ya que en este rango se conservan las propiedades medicinales de esta especie nativa y disminuye el riesgo de proliferación microbiana.
- El tiempo óptimo de secado para esta especie es de 4 h, a temperatura de 50 °C, a mayor temperatura se incrementa las pérdidas en sus componentes activos lo cual no es conveniente desde el punto de vista técnico y si se disminuye la temperatura se incrementará la proliferación de microorganismos debido a su contenido de humedad.
- No deshidratar a temperaturas y tiempos superiores a 60 °C ya que los principios activos de la planta se ven disminuidos.
- Utilizar siempre tecnología apropiada que, permita obtener resultados exactos y que facilite el proceso de elaboración, para que permita garantizar la inocuidad del producto final.

- Para obtener un mayor rendimiento y minimizar costos de producción es necesario que el flujo de producción sea controlado desde el momento mismo de la recolección de la materia prima, hasta la finalización del proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Enciclopedia Financiera. (2014). *Indicadores Financieros*. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de <http://www.encyclopediafinanciera.com/indicadores-financieros.htm>
2. Álvarez, E. (2007). *Determinación de temperatura y tiempo de SUNFO*. Recuperado el 05 de enero de 2018, de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/242/1/03%20AGI%20197%20TESIS.pdf>
3. Amrade, J., Armijos, C., Malgón, O., & Lucero, H. (s.f.). Plantas Medicinales silvestres empleadas por la étnia Saraguro en la parroquia San Lucas.
4. AME. (2014). *Asociación de Municipalidades del Ecuador*. Recuperado el 10 de enero de 2018, de <http://www.ame.gob.ec/ame/index.php/institucion/objetivos-estrategicos/74-mapa-cantones-del-ecuador/mapa-carchi/339-canton-espejo>
5. AME. (2015). *Mapa de los cantones del Ecuador*. Recuperado el 25 de enero de 2018, de <http://www.ame.gob.ec/ame/index.php/institucion/objetivos-estrategicos/74-mapa-cantones-del-ecuador/mapa-carchi/339-canton-espejo>
6. Baca, G. (2012). *Elaboración de proyectos*. México D.F.: Mac Graw Hill.
7. Baca, R. (2008). *Evaluación de Proyectos*. México D.F.: McGRAW-HILL.
8. Baraona, M., & Sancho, E. (2011). *Fruticultura especial: fruticultura II*. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.
9. Berdonces, J. (1995). Principios activos y preparaciones farmacéuticas de las plantas medicinales. *Natura Medicatrix*, 42-48.
10. Botanical. (2015). *Botanical-online*. Recuperado el 17 de febrero de 2018, de <http://www.botanical-online.com/flormenthapiperita.htm>
11. Botanical. (11 de 2 de 2015). *Botanical-online*. Recuperado el 15 de enero de 2018, de <http://www.botanical-online.com/secarhierbas.htm>
12. Burgo, & Barrera. (2002). Plantas ornamentales y medicinales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*.
13. Bustamante, M. (1994). *Cómo determinar condiciones óptimas de secado de alimentos en aire caliente*. San José, Costa Rica: Centro de Investigaciones Tecnológicas de Alimentos. Taller regional sobre pequeña y mediana empresa alimentaria, primera parte. Sesiones Tutoriales.

14. Caicedo, E., & Otavalo, S. (Marzo de 2007). repositorio.utn.edu.ec. Recuperado el 18 de Enero de 2015, de repositorio.utn.edu.ec: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/242/1/03%20AGI%20197%20TESIS.pdf>
15. Calderón, G., & Rzedowsky, J. (2010). *Flora fanerogámica del Valle de México*. México D.F.: Continental S.A.
16. Calle, R. (2010). dspace.espol.edu.ec. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/16978/1/Dise%C3%B1o%20de%20una%20Planta%20de%20Deshidrataci%C3%B3n%20de%20Hierbas%20Arom%C3%A1ticas.pdf>
17. Canelos S., R. (2010). *Formulación y Evaluación de un Plan de Negocio*. Quito-Ecuador: UIDE.
18. Canelos, R. (2003). *Formulación y Evaluación de un Plan de Negocios*. Quito: UIDE.
19. Canelos, R. (2012). El Plan de Negocio. En R. Canelos, *Formulación y Evaluación de un Plan de Negocio* (págs. 42-51). Quito: UIDE.
20. Cano, S. (2006). *Métodos de análisis microbiológico. Normas ISO, UNE*. Burgos, España: Analiza Calidad.
21. Casp, A. (2005). *Diseño de industrias agroalimentarias*. Madrid, España: Mundi prensa.
22. Centeno, G. (2003). *Fichas Técnicas Perfil para la Caracterización de Plagas*. Venezuela: Comunidad Andina.
23. Cholota, J. (2011). *Obtención de té medicinal nutracéutico a partir de plantas ancestrales menta (Mentha arvensis) manzanilla (Matricaria chamomilla) llantén (Plantaginaceae) malva (Malváceas o malvaceae)*. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
24. Cochran, W., & Cox, G. (1983). *Diseños Experimentales*. México D.F.: Trillas.
25. Cock, J. (2010). *La yuca nuevo potencial para un cultivo tradicional*. Palmira, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
26. Cortés, G. (2004). *Atlas agropecuario de Costa Rica*. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.
27. De la Torre, R., & López, J. (2014). Las Plantas Aromáticas y Medicinales. *Futuro y Potencialidades en Extremadura*. Extremadura, España.

28. Díaz, M. C., & Pérez, M. S. (2006). *Análisis de compuestos responsables del aroma de especies*. Madrid: Real Sociedad Española de Química, 31-35.
29. DINEP. (2014). *Gerencia en Marketing*. Quito: Instituto de Estudios Superiores.
30. Echavarría, H. (2009). *Diseño de Bloques Completos al Azar (DBA)*. Medellín, Colombia: Unalmed.
31. Ecociencia. (2001). *Guía de Plantas Útiles*. Obtenido de http://www.ecociencia.org/archivos/guia_plantas-091128.pdf
32. Ecociencia. (2001). *Guía de Plantas Útiles*. Recuperado el 20 de enero de 2018, de http://www.ecociencia.org/archivos/guia_plantas-091128.pdf
33. Ecociencia. (2001). *Guía de Plantas Útiles*. Recuperado el 19 de febrero de 2018, de http://www.ecociencia.org/archivos/guia_plantas-091128.pdf
34. EPSEM-UPC. (2012). www.epsem.upc.edu. Recuperado el 11 de febrero de 2018, de www.epsem.upc.edu: <http://www.epsem.upc.edu/fermentador/castella/fonaments%20materia.html>
35. Fernández, & García. (2012). *Evaluación del efecto de la temperatura y flujo del aire*.
36. Fernández, M. (2011). *Secado*. México D.F.: Printel.
37. Fleitman, & Jack. (2000). *Negocios Exitosos*. México D.F.: Mc Graw Hill.
38. Flickr. (s.f.). *Lamiaceae. Clinopodium nubigenum (Kunth) Kuntze*. Obtenido de www.flickr.com/photos/stationalpinejosephfourier/8290730565
39. Fonnegra, R., & Jiménez, S. (2007). *Plantas medicinales aprobadas en Colombia*. Antioquia, Colombia: Universidad de Antioquia.
40. Fourier, S. A. (2015). *flickr*. Recuperado el 14 de noviembre de 2017, de [flickr: www.flickr.com/photos/stationalpinejosephfourier/8290730565](http://www.flickr.com/photos/stationalpinejosephfourier/8290730565)
41. Fundación para la Innovación Agraria - FIA. (2008). *Resultados y lecciones: Producción de plantas aromáticas y medicinales*. Santiago, Chile: Series experiencias de innovación para el emprendimiento agrario.
42. García Falconi, J. (2012). *Manual de Práctica Procesal Civil y Penal*. Quito: Editorial Cevallos.
43. Girón, L. (1994). *Técnicas básicas para el cultivo y procesamiento de plantas medicinales*. Mesopotania: Centro Mesoamericano de Estudios sobre Tecnología Apropriada.

44. González, A., & Manuel, S. (2007). *La Sistemática, base del conocimiento de la biodiversidad*. Obtenido de http://www.uaeh.edu.mx/investigacionicbi/L1Bilologica/arturo_sanchez/capitulo12.pdf
45. Grijalva, C. (2008). *Toponimia de las provincias del Carchi, Obando y Túquerres para el estudio del idioma de Los Pastos*. Texas: Universidad de Indiana.
46. Grijalvo. (2011). *Plantas aromáticas para la cocina y la salud*. México D.F.
47. Herbotecnia. (2008). *Herbotecnia.com*. Obtenido de <http://www.herbotecnia.com.ar/poscosecha-secadoMetodos.htm>
48. Herbotecnia. (2008). *Menta Piperita*. Recuperado el 30 de enero de 2018, de <http://www.herbotecnia.com.ar/exotica-mentapiperita.html>
49. IITA. (1997). *Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos*. Ibadan, Nigeria: FAO.
50. Instituto de Salud Pública de Chile. (2010). Inocuidad Alimentaria. *ISP*, 16.
51. Iturrioz del Campo, J. (2015). *Valor Actualizado Neto (VAN)*. Obtenido de <http://www.expansion.com/diccionario-economico/valor-actualizado-neto-van.html>
52. Jacas, J., Caballero, P., & Ávila, J. (2005). *El control biológico de plagas y enfermedades*. Navarra, España: Universidad Jaume I.
53. Jeffrey, S. (2012). *El Poder de la Promoción*. Madrid: Prentice Hall Hispanoamerica S.A.
54. Jorgensen, & Yáñez. (2000). *Plantas*. Quito, Ecuador: Publicaciones del Herbario QCA.
55. Kotler, P. (2010). *El Marketing Según Kotler*. México D.F.: Editorial Paidós SAICF.
56. Laura, A. (2000). Evaluación del método petrifilm para la determinación del recuento de microorganismos en drogas vegetales. *Farmacia UGR*, 383.
57. López, R., & Contreras, F. (2008). *Sistemas de producción agrícola sostenible en los Andes de Venezuela: Agricultura Orgánica*. Mérida, Venezuela: Universidad de los Andes. Obtenido de <http://eagroagricultura.blogspot.com/2008/11/6.html>
58. Mayanquer, S., & Slazar, A. (2009). *Obtención de aceites esenciales de cedrón (Aloysia triphylla), SUNFO (Clinopodium nubigenum (Kunth) Kuntze) y HIERBA LUISA (Cymbopogon Citratus), En un alambique tipo cachimbo por cohobación*. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte. Obtenido de

- <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/556/5/03%20AGI%20252%20ART%20C3%8DCULO%20CIEN%20C3%8DFICO.pdf>
59. Molins Dueñas, J. (2014). *Deshidratación: La forma más antigua y sana de conservar los alimentos*. Obtenido de http://www.infoalimentacion.com/documentos/deshidratacioin_la_forma_mas_antigua_sana_de_conservar_alimentos.htm
 60. Mora, A. P. (2009). Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/556/6/03%20AGI%20252%20PRESEN%20C3%93N.pdf>
 61. Muñoz, E., & Grau, M. (2013). *Ingeniería Química*. Madrid, España: Ingeniería Nacional de Educación a Distancia.
 62. Muñoz, F. (2012). *Plantas medicinales y aromáticas: estudio, cultivo y procesado*. Barcelona, España: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Mundi Prensa.
 63. NARMAP. (1996). *Guía para evitar la caída de insectos, enfermedades y malezas al cultivo*. Bélgica: CATIE.
 64. Naturaeduca. (2014). Naturaeduca. Obtenido de http://www.natureduca.com/med_usos_secado.php
 65. Nuñez, E. (2006). *Plantas medicinales de Puerto Rico: folklore y fundamentos científicos*. San Juan, Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico.
 66. Ocampo, R. (1994). *Domesticación de plantas medicinales en centroamérica*. San José, Costa Rica: CATIE.
 67. Organización Mundial de la Salud (OMS). (2003). *Directrices de la OMS sobre buenas prácticas agrícolas y de recolección (BPAR) de plantas medicinales*. Ginebra: Biblioteca de la OMS.
 68. Pearson, D. (1993). *Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos*. Madrid, España: Acribia.
 69. Pérez, J. C. (2009). Procedimientos de selección de material Vegetal. *Eumed*, 18-22.
 70. PROECUADOR. (2014). *Consumo de bebidas y similares*. Obtenido de https://issuu.com/pro-ecuador/docs/boletinabr_junh.
 71. Ramírez, M. (2004). *Manual agricultura alternativa: principios*. San Pablo, Colombia: Quebecor Colombia.

72. Ramos, C. (2012). *Prueba de Hipótesis*. México, Torreón: Universidad Tecnológica de Torreón.
73. Ravulovich, R. (2009). Método gravimétrico para determinar in situ la humedad volumétrica del suelo. *Redalyc*, 122.
74. Rogg, H. (2000). *Manejo Integrado y Control Biológico de Plagas y Enfermedades*. Quito, Ecuador: PROEXANT.
75. Romero, M. (2004). *Plantas Aromáticas*. Buenos Aires, Argentina: KIER.
76. Sancho, J., Bota, E., Castro, J., Vayreda, E., Guerrero, L., Romero, A., . . . Tous, J. (1999). *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. Barcelona, España: Edicions Universitat de Barcelona.
77. Sapachag. (2010). *Estado de pérdidas y ganancias o estado de resultados*. México D.F.: Mc Graw Hill. Obtenido de <http://www.mailxmail.com/curso-contabilidad/estado-perdidas-ganancias-estado-resultados>
78. Sharapin, N. (2000). *Fundamentos de tecnología de productos fitoterapéuticos*. Santa Fé de Bogotá, Colombia: Convenio Andrés Bello CAB.
79. Stanton, Etzel, & Walker. (2006). *Fundamentos de Marketing, 13a edición*. México D.F.: McGraw Hill.
80. Stubssgard, F., & Poulsen, K. (1997). *Secado, procesamiento y almacenamiento de semillas forestales*. San José, Costa Rica: Katie.
81. Trópicos. (06 de 2 de 2010). *tropicos.org*. Recuperado el 07 de febrero de 2018, de <http://tropicos.org/NamePage.aspx?nameid=17605046&langid=66>
82. UDLAP. (2011). Proceso de Secado. *Catarina*, 13.
83. Universidad de Chile. (15 de Mayo de 2015). *operaciones.ciq.uchile.cl*. Recuperado el 11 de Marzo de 2016, de <http://operaciones.ciq.uchile.cl/PDF/QF/clases/SECADO%20Y%20ACONDICIONAMIENTO%20DE%20AIRE.pdf>
84. Universidad Técnica del Norte. (2008). Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/556/3/03%20AGI%20252%20TESIS.pdf>
85. Urbina, G. (2013). *Formulación y Evaluación de un Plan de Negocios*. Quito, Ecuador.
86. Uriel, E. (2013). *El modelo de regresión simple: estimación y propiedades*. Valencia, España: Universidad de Valencia.

87. USON. (1998). Secado. 152.
88. Usuna, L., Tapia, M., & Aguilar, A. (2005). *Plantas medicinales de la medicina tradicional mexicana para tratar afecciones gastrointestinales*. Barcelona, España: Universidad de Barcelona.
89. UTN. (2008). repositorio.utn.edu.ec. Recuperado el 02 de febrero de 2018, de repositorio.utn.edu.e:
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/556/3/03%20AGI%20252%20TESIS.pdf>
90. Varea, M. (2010). *Botánica Médica Nacional*. Latacunga, Ecuador: San Pablo.
91. Vega, M. (2001). *Etnobotánica de la Amazonía Peruana*. Obtenido de <http://repository.unm.edu/bitstream/handle/1928/11667/Etnobot%C3%A1nica%20de%20la%20amazon%C3%ADa%20peruana.pdf?sequence=1>
92. Vidanaturalia. (2015). *www.vidanaturalia.com*. Recuperado el 12 de febrero de 2018, de <http://www.vidanaturalia.com/como-secar-y-conservar-plantas-medicinales/>
93. Villacrés, & otros. (1995). *Cromatografía en papel y capa fina*.
94. Zúñiga Bautista, F. (2004). *Técnicas de muestreo para manejadores*. Obtenido de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/429.pdf>

ANEXOS

Anexo I

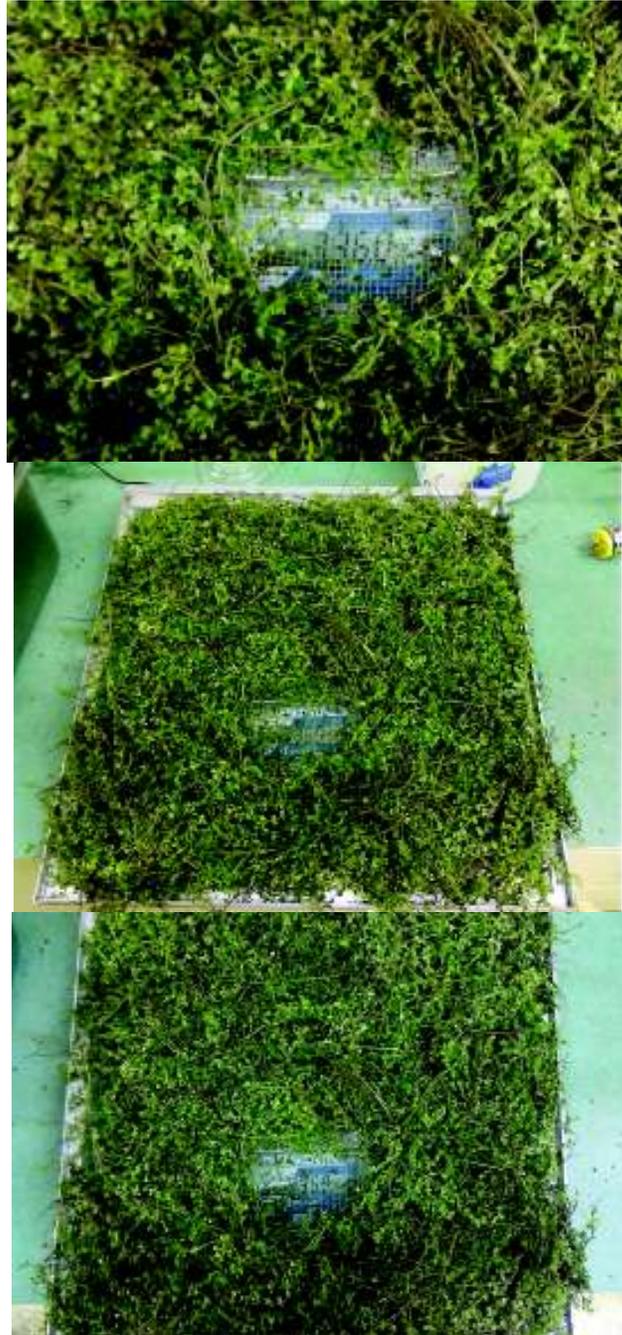


Figura A1: Hojas de Sunfo recolectadas para proceso de secado

Anexo II

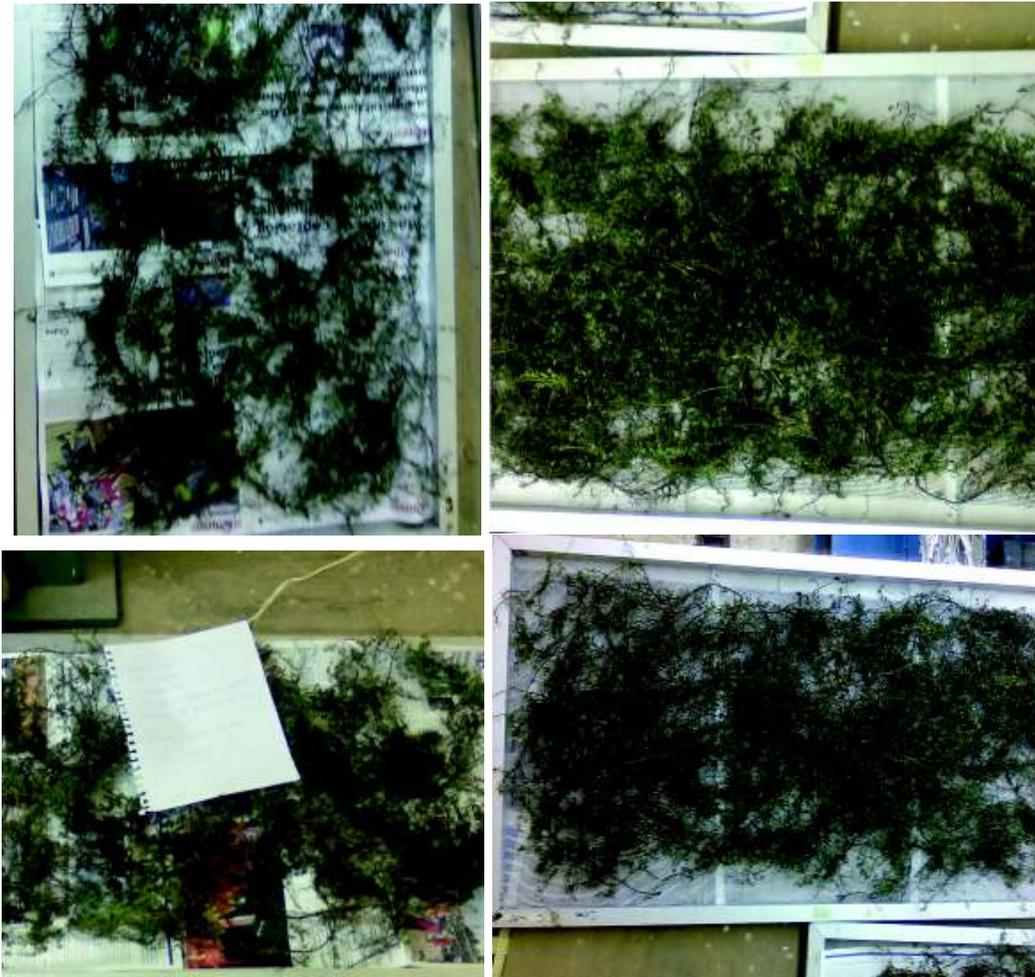


Figura A2: Tratamiento, selección y clasificación de muestras recolectadas de Sunfo

Anexo III



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
 INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

REPORTE DE ANALISIS

ANALISIS SOLICITADO: Screening Fitoquímico
SOLICITANTE: Paúl Andrés Coral Robalino
MUESTRA: SUNFO
FECHA DE ENTREGA: 21 - 05 - 2013

Resultado: Se realizó un análisis fitoquímico preliminar completo de la muestra proporcionada por el solicitante (tallos y hojas secas de sunfo), obteniéndose los siguientes resultados:

Alcaloides.....	-
Taninos.....	++
Saponinas.....	-
Flavonoides.....	++
Aceites esenciales.....	++
Antraquinonas.....	-
Coumarinas.....	-
Triterpenos y esteroides.....	+
Glicósidos cardiotónicos.....	-
Aceites fijos.....	-

EQUIVALENCIAS: Abundante Cantidad	=	+++
Mediana Cantidad	=	++
Poca Cantidad	=	+
Indicios	=	+/-
Ausencia	=	-

Atentamente

Dra. Rita Urgilés de Alarcón MSc.
 INVESTIGADORA

Ciudad Universitaria — Telefax: 3216-975 — Teléfono: 2523-710 — Apartado: 17-03-1369
 E-mail: investigacionyposgrado.fcq@uce.edu.ec
 institutoposgrado@gmail.com



Figura A3: Screening fitoquímico del Sunfo

Anexo IV



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
 FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
 INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

REPORTE DE ANALISIS

ANALISIS SOLICITADO: DETERMINACION DE HUMEDAD Y RENDIMIENTO DE ACEITE ESENCIAL
SOLICITANTE: SEÑOR PAUL ANDRES CORAL ROBALINO
MUESTRA: SUNFO
FECHA DE ENTREGA: 21 - 05 - 2013

RESULTADO PORCENTAJE DE HUMEDAD

La determinación de Humedad de la muestra proporcionada por el solicitante (Hojas y Tallos frescos de Sunfo) se la realizó por el método gravimétrico indirecto por desecación de la muestra.

El resultado es relativo debido a que desde la toma de la muestra hasta la entrega para el análisis la muestra ya pierde un volumen de humedad, además depende de la humedad de la tierra y la época de recolección.

Se realizó varias determinaciones en hojas solas, tallos solos, tallos y hojas, hasta determinar un promedio de humedad.

Porcentaje de humedad Promedio = 77,7 %

RESULTADOS DE LA EXTRACCION DE ACEITE ESENCIAL DE SUNFO

Luego de haber realizado la extracción del aceite esencial mediante arrastre de vapor del sunfo se obtuvo los siguientes resultados:

Rendimiento de aceite de sunfo (Hojas y Tallos, muestra seca)

Peso de sunfo seco (planta completa) = 65 gramos
 Peso de aceite extraído = 0,9048
 Rendimiento Peso/Peso = 1,4 %
 Volumen aproximado de aceite = 9,5 ml
 Rendimiento Peso/Volumen = 1,45 %

Ciudad Universitaria — Telefax: 3216-975 — Teléfono: 2523-710 — Apartado: 17-03-1369
 E-mail: investigacionyposgrado.fcq@uce.edu.ec
 institutopostgrado@gmail.com



Figura A4: Determinación de humedad y rendimiento de aceite esencial del sunfo

Anexo V**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN**

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**NTE INEN 2 392:2007**

HIERBAS AROMÁTICAS. REQUISITOS**Primera Edición**

AROMATIC HERBS. SPECIFICATIONS.

First Edition

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	HIERBAS AROMÁTICAS. REQUISITOS.	NTE INEN 2 392:2007 2007-01
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las plantas aromáticas, procedentes de las diversas especies que se destinan a la preparación de infusiones para el consumo humano.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a las hierbas aromáticas procedentes de las especies de plantas de las que se tiene su caracterización taxonómica, toxicológica y química (ver 6.1.1).</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Hierbas aromáticas. La denominación de hierbas aromáticas comprende ciertas plantas o partes de ellas (raíces, rizomas, bulbos, hojas, cortezas, flores, frutos y semillas) que contienen sustancias aromáticas (aceites esenciales), y que por sus aromas y sabores característicos, se destinan a la preparación de infusiones.</p> <p>3.2 Té de hierbas. Con el nombre genérico de té de hierbas se conoce al procedente de especies vegetales procesadas con las que se prepara infusiones diferentes al té de las teáceas.</p> <p style="text-align: center;">4. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>4.1 Las hierbas aromáticas deben, corresponder taxonómicamente a la especie declarada, que cumplan condiciones higiénicas y presentar las características macroscópicas y microscópicas que les son propias.</p> <p>4.2 Las hierbas aromáticas deben estar limpias y exentas de materia extraña.</p> <p>4.3 No debe contener más de 15% de otras partes del vegetal exentas de propiedades aromatizantes y saborizantes.</p> <p>4.4 Las hierbas aromáticas deben contener los aceites esenciales que caracteriza a cada una.</p> <p>4.5 Las hierbas aromáticas pueden expendirse enteras o molidas, solas o mezcladas entre sí, adicionadas con frutas, azúcar o miel en una cantidad que no supere el 20 %.</p> <p>4.6 Se permite la adición de saborizantes naturales y artificiales permitidos en la NTE INEN 2 074.</p> <p>4.7 Las hierbas aromáticas se deben procesar bajo las condiciones establecidas en el Código de la Salud y sus Reglamentos que permita reducir la contaminación.</p> <p>4.8 Los residuos de plaguicidas, pesticidas y sus metabolitos, no podrán superar los límites establecidos por el Codex Alimentario en su última edición.</p> <p>4.9 No se permite la adición de colorantes.</p> <p>4.10 Los procesadores de hierbas aromáticas deberán cumplir con buenas prácticas de manufactura y se exigirá paulatinamente a los productores el cumplimiento de los requisitos de Buenas Prácticas Agrícolas.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p> <p>DESCRIPTORES: Tecnología de alimentos, té, hierbas aromáticas, requisitos.</p>		

5. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

5.1 Las hierbas aromáticas, destinadas para preparar infusiones, en la etiqueta de su envase no deben declarar propiedades terapéuticas para prevenir o curar enfermedades.

6. REQUISITOS

6.1 Requisitos Específicos

6.1.1 Se consideran hierbas aromáticas a las siguientes ⁽¹⁾:

Nombre común	Nombre científico	Parte usada
Anís estrella	<i>Illicium anisatum</i>	Fruto
Anís verde (pan de anís)	<i>Pimpinella anisum</i>	Fruto
Canela	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> <i>Cinnamomum cassia</i>	Corteza
Cedrón	<i>Aloysia triphylla</i> (L. Her) Britton	Hojas
Clavo de olor	<i>Eugenia caryophyllus</i>	Flores
Eneldo	<i>Anethum graveolens</i>	Tallo, hojas, flores
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	Hojas
Falso tilo (sauco)	<i>Sambucus nigra</i> L.	Flores
Hierbabuena	<i>Mentha spicata</i>	Hierba, hojas y copos florescentes
Hierba luisa	<i>Cymbopogon citratus</i>	Hojas
Jazmín	<i>Jasminum officinale</i>	Flores
Limon	<i>Citrus limonum</i> , <i>Citrus limetta</i>	Hojas, fruto, cáscara,
Manzanilla	<i>Matricaria camomilla</i>	Flores y planta
Mejorana	<i>Origanum majorana</i>	Partes aéreas
Menta	<i>Mentha pulegium</i> <i>Mentha piperita</i>	Partes aéreas
Naranja	<i>Citrus aurantium</i>	Hojas y flores
Orégano	<i>Origanum vulgare</i>	Partes aéreas
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Partes aéreas
Rosa	<i>Rosa</i> spp	Flores, escaramujo
Tipo	<i>Minthostachys mollis</i>	Tallo, hoja, flores
Tomillo	<i>Thymus vulgaris</i> L.	Parte aérea
Toronjil	<i>Melissa officinalis</i>	Partes aéreas

⁽¹⁾ Esta lista no excluye la utilización de otras plantas que luego de su estudio toxicológico, y contenido de aceites esenciales, hayan sido aprobadas como tales por el Ministerio de Salud a través del Instituto de Higiene.

6.1.2 Las hierbas aromáticas, deben cumplir los requisitos establecidos en las siguientes tablas:

TABLA 1. Requisitos físicos-químicos

Requisitos	Máx	Método de ensayo
Humedad, %	12	NTE INEN 1114
Cenizas Insolubles en HCl al 10 %, % m/m	2	NTE INEN 1118

(Continúa)

TABLA 2. Contenido de aceites esenciales

Hierba Aromática	Aceite esencial, % Min	Método de ensayo AOAC 968.20
Anís estrella*	5,0	
Anís verde*	2,0	
Canela	1,2	
Cedrón	0,2	
Clavo de Olor	13,0	
Eneldo	3,0	
Eucalipto	1,5	
Falso tilo	0,03	
Hierba buena	0,08	
Hierba luisa	3,0	
Limonero	2,5	
Manzanilla	0,2	
Mejorana	0,7	
Menta	0,25	
Naranja	0,2	
Oregano	0,5	
Romero	1,5	
Rosa	0,01	
Tipo	1,2	
Tomillo	1,5	
Toronjil	0,3	

6.1.3 Los requisitos microbiológicos que deben cumplir las hierbas aromáticas, son los que se especifican en la tabla 3.

TABLA 3. Requisitos Microbiológicos

REQUISITO	Máx	Método de ensayo
Aerobios totales ufc/g	1×10^7	NTE INEN 1529-5
Escherichia coli ufc/g	1×10^6	NTE INEN 1529-7
Enterobacteriaceas ufc/g	1×10^7	NTE INEN 1529-13
Mohos y levaduras upc/g	1×10^6	NTE INEN 1529-10
Clostridium, ufc/g	ausencia	NTE INEN 1529-18
Salmonella, en 1 g	ausencia	NTE INEN 1529-15
Shigella, en 1 g	ausencia	NTE INEN 1529-16

6.1.4 El contenido máximo de contaminantes presentes se especifican en la tabla 4.

TABLA 4. Contenido máximo de contaminantes

Contaminante	mg/kg
Arsénico, As	1,0
Piomo, Pb	0,5

(Continúa)

7. INSPECCIÓN

7.1 Muestreo

7.1.1 El muestreo debe realizarse de acuerdo a la NTE INEN 1 109.

7.2 Aceptación o rechazo

7.2.1 Se acepta el producto si cumple con los requisitos establecidos en esta norma, en caso contrario, se rechaza.

8. ENVASADO Y EMBALADO

8.1 El material de la bolsita filtrante debe ser el adecuado para el uso al que está destinado y debe cumplir las especificaciones, para estos fines, establecidas por la legislación nacional, el Codex Alimentarius, el FDA, y otros organismos similares.

8.2 El material del envase debe ser resistente e inerte a la acción del producto y no debe alterar las características del mismo.

8.3 El embalaje debe hacerse en condiciones que mantenga las características del producto durante el almacenamiento, transporte y expendio.

9. ROTULADO

9.1 Rotulado debe cumplir con los requisitos establecidos en el Código de la Salud, en el Reglamento de Alimentos, en la Ley Orgánica de Protección al Consumidor, en la NTE INEN 1 334-1 y 1 334-2, en cuanto no se contrapongan con dicho Reglamento.

9.2 En cada envase debe estar claramente indicada la manera de preparar el producto.

9.3 El peso o contenido neto de los envases debe cumplir con el peso declarado.

9.4 No debe contener leyendas relativas a efectos terapéuticos ni indicaciones terapéuticas, ni leyendas de significado ambiguo, o descripción de características del producto que no puedan ser comprobadas.

9.5 Para efectos de comercialización, el producto se denominará "Te de hierbas o Hierbas aromáticas".

(Continúa)

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1109:1984	<i>Café soluble. Muestreo</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1114:1984	<i>Café soluble. Determinación de pérdida por calentamiento</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1118:1984	<i>Café tostado molido. Determinación de las cenizas insolubles en ácido</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-1:2000	<i>Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-2:2000	<i>Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-5:1990	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de microorganismos aerobios mesófilos REP</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-7:1990	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-10:1998	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de mohos y levaduras viables.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-13:1998	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación Enterobacteriaceae. Recuento en placa por siembra en profundidad</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-15:1996	<i>Control microbiológico de los alimentos. Salmonella. Método de detección</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-16:1995	<i>Control microbiológico de los alimentos. Shigella. Método de detección</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-18:1998	<i>Control microbiológico de los alimentos. Clostridium parfringens. Recuento en tubo por siembra en masa</i>
Código de la Salud	<i>Decreto Ejecutivo 188. Registro Oficial 158: 22 de febrero de 1971</i>
Reglamento de Alimentos	<i>Decreto Ejecutivo 4114. Registro Oficial 984: 22 de julio de 1988</i>
Codex Alimentarius	<i>Residuos de Plaguicidas en los alimentos. Volumen 2.</i>
American Organization of Analytical Chemists, AOAC	<i>968.20 Método de Destilación (Scott), titulación.</i>

Z.2 BASES DE ESTUDIO

- Reglamento Chileno de los Alimentos, *Título XXIV De los Estimulantes o Frutivos. Párrafo I Del 16.* Santiago de Chile, 2003
- Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Comisión del Codex Alimentarius. *Residuos de Plaguicidas en los Alimentos. Volumen 2.* Roma 1994
- Organización Mundial para la Salud, OMS. *QUALITY CONTROL METHODS FOR MEDICINAL PLANT MATERIALS Revised DRAFT UPDATE September 2005*
- Farmacopea Española. Segunda Edición, 2002
- Masson. *Fitoterapia. Vademecum de Prescripciones de Plantas Medicinales.* 3ra. Edición, 1998
- Plantas del Ecuador. *Catálogo de nombres vulgares y científicos.*

(Continúa)

Mildred García González, *Legislación en Ibero América sobre fitofármacos y productos naturales*. Editorial Universitaria de Costa Rica. Costa Rica

Roberto Chieji. *Guía de Plantas Medicinales*. Editorial Grijalbo

Dr. Paul Gireaux. *Los Remedios Naturales*. Enciclopedia Microsoft Encarta 2000

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Batallas Moreno EB-29 y Av. 6 de Diciembre
Casilla 17-31-3999 - Telfs: (593 2) 2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815
Dirección General: E-Mail:directiva@inen.gov.ec
Área Técnica de Normalización: E-Mail:normalizacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Certificación: E-Mail:certificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Verificación: E-Mail:verificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail:tsnecall@inen.gov.ec
Regional Guayas: E-Mail:tsnoguayas@inen.gov.ec
Regional Azuay: E-Mail:tsnazuay@inen.gov.ec
Regional Cuenca: E-Mail:tsncuenca@inen.gov.ec
Regional Loja: E-Mail:tsnloja@inen.gov.ec
Regional Manabí: E-Mail:tsnmanabi@inen.gov.ec
Regional Morona Santiago: E-Mail:tsnmorona@inen.gov.ec
Regional Napo: E-Mail:tsnapo@inen.gov.ec
Regional Orellana: E-Mail:tsnorellana@inen.gov.ec
Regional Pastaza: E-Mail:tsnpastaza@inen.gov.ec
Regional Tungurahua: E-Mail:tsntungurahua@inen.gov.ec
Regional Zamora Chinchipe: E-Mail:tsnzamora@inen.gov.ec
URL: www.inen.gov.ec

Figura A5: Especificaciones técnicas INEN

Anexo VI

Resultados

D:\DEBERES\SALE\Tesis\Tesis Sunfo\28 junio\ANOVA\A.Sensorial.xlsx : 28/06/2016 - 10:11:45

Prueba de Friedman

Muestra	M607	M605	M603	M507	M505	M503	M407	M405	M403	T ²	p
Color	5,50	8,50	5,50	2,50	5,50	8,50	2,50	5,50	1,00	1E30	<0,0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = NAN

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n
M403	1,00	1,00	1 A
M407	2,50	2,50	1 A
M507	2,50	2,50	1 A
M405	5,50	5,50	1 A
M505	5,50	5,50	1 A
M607	5,50	5,50	1 A
M603	5,50	5,50	1 A
M605	8,50	8,50	1 A
M503	8,50	8,50	1 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

Muestra	M607	M605	M603	M507	M505	M503	M407	M405	M403	T ²	p
Friedman											

Figura A6: Resultado obtenido en Infostat en relación al análisis de varianza relación al color

Anexo VII

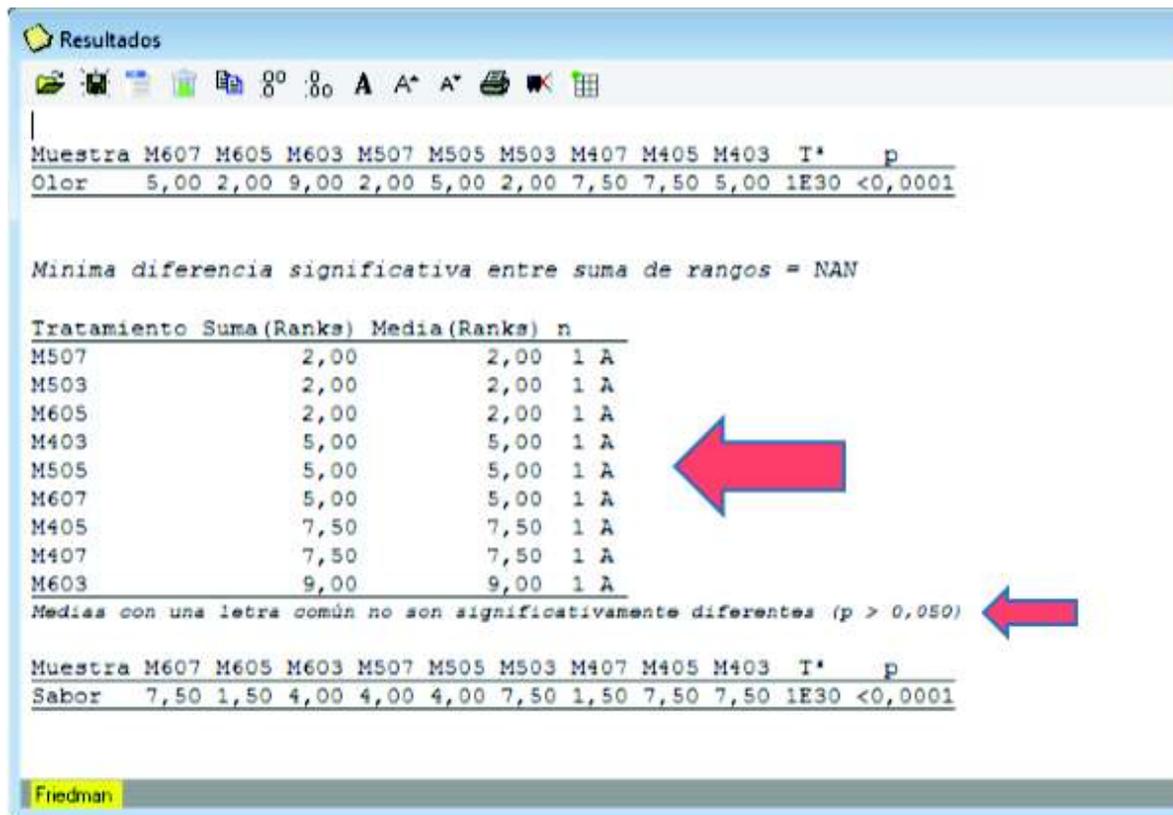


Figura A7: Resultado obtenido en Infostat en relación al análisis de varianza relación al olor

Anexo VIII

Resultados

Muestra M607 M605 M603 M507 M505 M503 M407 M405 M403 T* p

Sabor 7,50 1,50 4,00 4,00 4,00 7,50 1,50 7,50 7,50 1E30 <0,0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = NAN

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n
M605	1,50	1,50	1 A
M407	1,50	1,50	1 A
M505	4,00	4,00	1 A
M507	4,00	4,00	1 A
M603	4,00	4,00	1 A
M405	7,50	7,50	1 A
M403	7,50	7,50	1 A
M607	7,50	7,50	1 A
M503	7,50	7,50	1 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

Muestra	M607	M605	M603	M507	M505	M503	M407	M405	M403	T*	p
Sabores Extraños	3,50	5,50	3,50	9,00	5,50	8,00	1,50	7,00	1,50	1E30	<0,0001

Friedman

Figura A8. Resultado obtenido en Infostat en relación al análisis de varianza relación al sabor

Anexo IX

Resultados

M607 7,50 7,50 1 A
M503 7,50 7,50 1 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

Muestra	M607	M605	M603	M507	M505	M503	M407	M405	M403	T ²	p
Sabores Extraños	3,50	5,50	3,50	9,00	5,50	8,00	1,50	7,00	1,50	1E30	<0,0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = NAN

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n
M407	1,50	1,50	1 A
M403	1,50	1,50	1 A
M603	3,50	3,50	1 A
M607	3,50	3,50	1 A
M505	5,50	5,50	1 A
M605	5,50	5,50	1 A
M405	7,00	7,00	1 A
M503	8,00	8,00	1 A
M507	9,00	9,00	1 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,050$)

Friedman

Figura A9. Resultado obtenido en Infostat en relación al análisis de varianza relación a sabores extraños

Anexo X

Balance de masa en el proceso de producción

1. Recepción, selección y pesaje

Para el cálculo se considera despreciable la pérdida durante el movimiento y descarga de la materia prima.

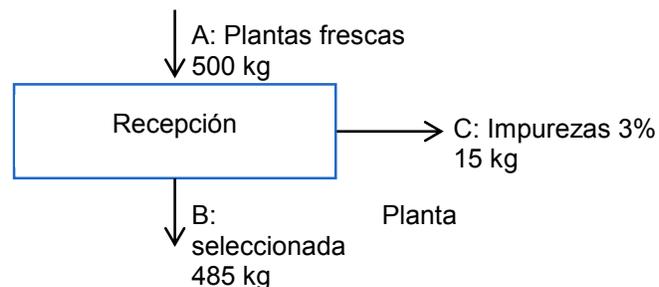


Figura A10. Balance de masa en el proceso de recepción del Sunfo

$$A = B + C$$

[A.X.1]

$$500 \text{ kg} = B + (500 \text{ kg} * 0.03)$$

$$B = 15 \text{ kg}$$

2. Lavado, desinfección y centrifugado

Para realizar el lavado del Sunfo se utiliza una solución de kilol (extracto de toronja), desinfectante orgánico, para lo cual se utiliza 1.5 litros de agua por cada kilo de Sunfo. El centrifugado lo realizamos con el único objetivo de eliminar el exceso de humedad producto del proceso de lavado y desinfección; por lo que para el balance se considera que la materia prima es la misma antes y después del proceso.

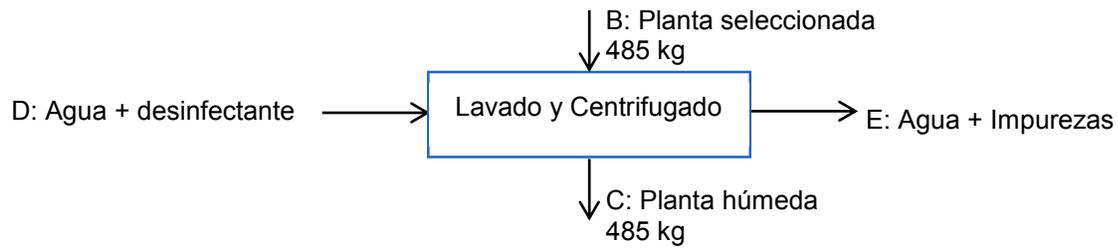


Figura A11. Balance de masa en el proceso de lavado y centrifugado

3. Deshidratado o secado

Considerando que la planta ingresa con un 77% de humedad, resultado que se determinó en el análisis de humedad inicial y que es necesario llegar a un porcentaje final de humedad de entre 10 y 12% para evitar la proliferación bacteriana.

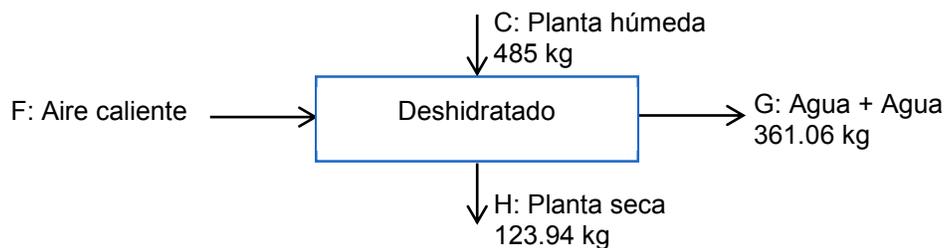


Figura A12. Balance de masa en el proceso de deshidratación del Sunfo

$$C = H + G$$

[A.X.3]

$$(0.23 * 485) = (0.9 * D)$$

$$D = 123.94 \text{ kg}$$

$$G = C - H$$

$$G = 485 - 123.94$$

$$G = 361.06$$

4. Empacado

Al realizar el Empacado por cada 2 gr de producto deshidratado se adiciona el papel filtro, hilo, sobre envoltura, etiqueta, en conjunto tienen un peso aproximado de 17.5 gramos por cada caja de infusión; cada caja de infusión de Sunfo tiene 25 bolsas individuales.

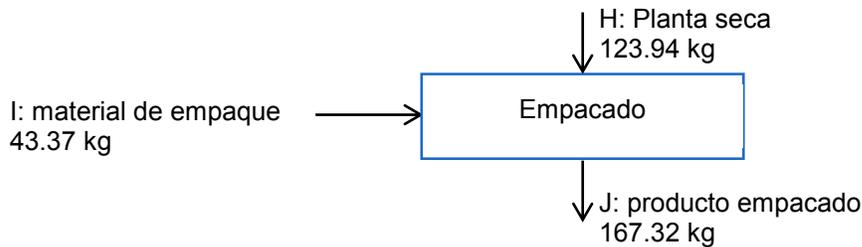


Figura A13. Balance de masa en el proceso de empacado del producto final “infusión de Sunfo”

$$J = H + I \quad [A.X.4]$$

$$J = 123.94 \text{ kg} + (0.017 \text{ kg} * \# \text{ cajas})$$

$$J = 167.32 \text{ kg de producto empacado}$$

$$\text{Bolsitas de infusión} = 123.94 \text{ kg} / 0.002 \text{ kg} \quad [A.X.5]$$

$$\text{Bolsitas de infusión} = 61\,970 \text{ unidades}$$

$$\text{Cajas de infusión} = 61\,970 \text{ bolsitas} / 25 \text{ unidades} \quad [AX6]$$

$$\text{Cajas de infusión} = 2\,478.8 \text{ unidades}$$

Anexo XI

Balance de Energía del Proceso

Para el cálculo de balance de energías se toma exclusivamente los datos del proceso de secado. Durante el proceso de secado el objetivo es alcanzar una humedad final del producto de entre 10 y 12%, retirando aproximadamente 361.06 kg de agua, para el ejercicio se considera una eficiencia de los secadores del 75%.

$$Q = m * C * \Delta T \quad [A.XI]$$

Dónde:

Q = calor

m = masa

Cp = calor específico

Tf = temperatura final

To = temperatura inicial

Eficiencia de secador: 75%

Calor específico de Sunfo: 0.94 kJ/kg °K (comparado a bibliografías de plantas similares)

Calor latente de evaporación del agua: 2.25 kJ/kg °K

Temperaturas de secado: 40, 50 y 60 °C

1. Cálculo de calor para el secado de Sunfo a temperatura 40 °C

$$Q = m \text{ de planta} * C_p \text{ de planta} * (T_f - T_o) + m \text{ agua} * L_v \quad [A.XI.1]$$

$$Q = 250 \text{ kg} * 0.94 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{K} * (40 - 15) + 361.06 * 2.25 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{K}$$

$$Q = 6\,687.38 \text{ kJ}$$

2. Calculo de calor para el secado de Sunfo a temperatura 50 °C

$$Q = m \text{ de planta} * C_p \text{ de planta} * (T_f - T_o) + m \text{ agua} * L_v \quad [\text{A.XI.2}]$$

$$Q = 250 \text{ kg} * 0.94 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{K} * (50 - 15) + 361.06 * 2.25 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{K}$$

$$Q = 9\,037.38 \text{ kJ}$$

3. Calculo de calor para el secado de Sunfo a temperatura 60 °C

$$Q = m \text{ de planta} * C_p \text{ de planta} * (T_f - T_o) + m \text{ agua} * L_v \quad [\text{A.XI.3}]$$

$$Q = 250 \text{ kg} * 0.94 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{K} * (60 - 15) + 361.06 * 2.25 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{K}$$

$$Q = 11\,387.38 \text{ kJ}$$

Anexo XII

ESTUDIO FINANCIERO

Tabla A1. Inversión de activos fijos

INVERSIÓN ACTIVOS FIJOS			
ITEM	UNIDADES	PRECIO \$ USD	TOTAL \$ USD
Horno de 4 latas	1	5 000.00	5 000.00
Maquina empacadora	1	1 720.00	1 720.00
Herramientas y utensilios de trabajo	1	400.00	400.00
Mesa de acero inoxidable	3	120.00	360.00
Estantería	3	110.00	330.00
Balanza digital	2	112.00	224.00
Balanza de pie	2	385.00	770.00
Cilindros de gas	3	128.00	384.00
Escritorio	2	140.00	280.00
Sillas giratorias	2	80.00	160.00
Sillas de recepción	4	60.00	240.00
Sofá recepción	1	250.00	250.00
Teléfono	1	80.00	80.00
Perforadora	1	3.50	3.50
Grapadora	1	3.80	3.80
Archivadores	3	80.00	240.00
Computador	2	837.19	1 674.38
Coches de transporte	2	50.00	100.00
Tanque de lavado	1	100.00	100.00
Centrifugadora	1	1 200.00	1 200.00
Gavetas de almacenamiento	10	20.00	200.00
Perchas para almacenaje	4	300.00	1 200.00
Camión de despacho	1	35 000.00	35 000.00
Terreno	1	50 000.00	50 000.00
Infraestructura y adecuaciones	1	7 000.00	7 000.00
TOTAL ACTIVOS FIJOS			106 919.68

Tabla A2. Inversión activos fijos intangibles

INVERSIÓN ACTIVOS FIJOS			
ITEM	UNIDADES	PRECIO \$ USD	TOTAL \$ USD
Constitución de sociedad	1	1 500.00	1 500.00
Permiso de funcionamiento	1	160.00	160.00
Patente municipal	1	220.00	220.00
Programa de facturación e inventario	1	350.00	350.00
TOTAL ACTIVOS INTANGIBLES			2 230.00

Tabla A3. Tabla de amortización de activos fijos

TABLA DE AMORTIZACIÓN ACTIVOS FIJOS				
ITEM	MONTO \$ USD	AÑOS	DEPRECIACIÓN \$ USD	
EQ. COMPUTO	1 674.38	5	334.88	
MAQUINARIA	6 200.00	7	885.71	
EQ DE OFICINA	1 081.30	5	216.26	
VEHICULO	35 000.00	10	3 500.00	
MUEBLES Y ENSERES	3 844.00	10	384.40	
TOTAL DEPRECIACIÓN			5 321.25	

Tabla A4. Estado de resultados

ESTADO DE RESULTADOS	AÑO 0	AÑO 1 \$ USD	AÑO 2 \$ USD	AÑO 3 \$ USD	AÑO 4 \$ USD	AÑO 5 \$ USD
Ventas		142 790.40	142 790.40	142 790.40	142 790.40	14 790.40
Costo de ventas		67 825.44	67 825.44	67 825.44	67 825.44	67 825.44
Margen Bruto		74 964.96				
Gastos Operativos		25 702.27	25 702.27	25 702.27	25 702.27	25 702.27
Utilidad Operativa EBITDA*		49 262.69				
Amortización		4 621.25	4 621.25	4 621.25	4 621.25	4 621.25
EBIT**		44 641.44				
Int pagados			1 200.00	900.00	600.00	300.00
EBT***		44 641.44	43 441.44	43 741.44	44 041.44	44 341.44
PTU****		6 696.22	6 696.22	6 696.22	6 696.22	6 696.22
ISR*****		9 486.31	9 486.31	9 486.31	9 486.31	9 486.31
Utilidad Neta		28 458.92				

EBITDA (Earning before interest, taxes, depreciation and amortization), beneficio antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones.

EBIT (Earning before interest and taxes, beneficio antes de intereses e impuestos

EBT (Earning before taxes), beneficios antes de impuestos

PTU participación de los trabajadores en las utilidades

ISR impuesto sobre la renta

Tabla A5. Balance general proyectado a 5 años

BALANCE GENERAL	AÑO 0 \$ USD	AÑO 1 \$ USD	AÑO 2 \$ USD	AÑO 3 \$ USD	AÑO 4 \$ USD	AÑO 5 \$ USD
Caja		5 195.98	5 195.98	5 195.98	5 195.98	5 195.98
Clientes		11 899.20	11 899.20	11 899.20	11 899.20	11 899.20
Inversión						
Inventario		3 768.08	3 768.08	3 768.08	3 768.08	3 768.08
Activo Fijo	106 919.68	106 919.68	106 919.68	106 919.68	106 919.68	106 919.68
(-) Dep Acumulada		4 621.25	9 242.50	13 863.75	18 485.00	23 106.25
ACTIVO TOTAL	106 919.68	123 161.69	123 161.69	118 540.44	113 919.19	109 297.94
Proveedores		8 478.18	8 478.18	8 478.18	8 478.18	8 478.18
Impuestos por pagar		16 182.52	16 182.52	16 182.52	16 182.52	16 182.52
Deuda CP-Bancos		(158 712.28)				
Deuda LP-Bancos	15 000.00	12 000.00	9 000.00	6 000.00	3 000.00	
Recursos Propios:	26 915.00	55 373.92	83 832.83	112 291.75	140 750.67	169 209.58
Capital	26 915.00	26 915.00	26 915.00	26 915.00	26 915.00	26 915.00
Utilidad Acumulada	-	-	28 458.92	56 917.83	85 376.75	113 835.67
Utilidad del Ejercicio		28 458.92	28 458.92	28 458.92	28 458.92	28 458.92
FUENTES DE FONDEO	41 915.00	(66 677.67)	117 493.53	142 952.45	168 411.37	193 870.28

Tabla A6. Capital de trabajo

CAPITAL DE TRABAJO	Año 1 \$ USD	Año 2 \$ USD	Año 3 \$ USD	Año 4 \$ USD	Año 5 \$ USD
(Deuda L/P+Recursos Propios)-Activo Fijo	154 914.85	190 995.01	227 075.18	263 155.35	299 235.51

Tabla A7. Materia prima directa

MATERIA PRIMA DIRECTA	\$ USD
Planta de Sunfo	19 200.00
MANO DE OBRA DIRECTA	
Sueldos y Salarios	9 600.00
Uniformes	500.00
GASTOS INDIRECTOS DE FABRICACION	
Materia Prima Indirecta	1 920.000
Mano de Obra Indirecta	21 600.00
Depreciación Maquinaria	4 621.25
Servicios Básicos	2 642.75

Tabla A8. Costos fijos mensuales para la producción

COSTO FIJOS MENSUALES	\$ USD
Materia Prima Directa	19 200,00
Mano de Obra Directa	9 600.00
Total	28 800.00
COSTOS VARIABLES	
SERV BASICOS	0.02
Materia Prima UNITARIO	0.16
Mano de Obra UNITARIO	0.08
Total	0.26
PRECIO DE VENTA	1.20

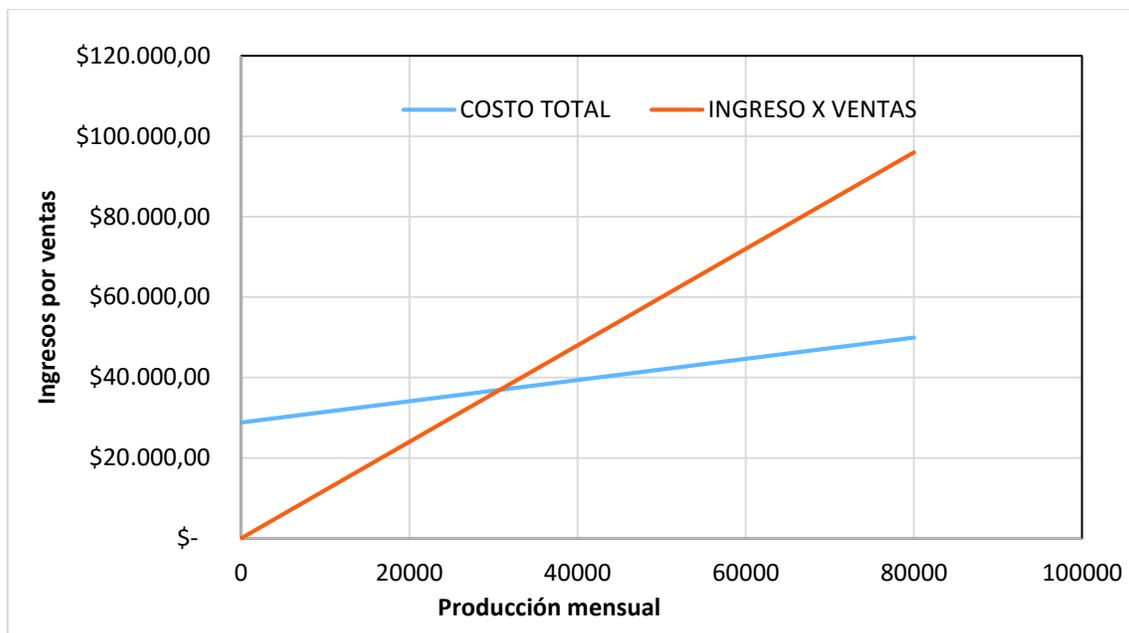


Figura A14. Gráfico punto de equilibrio

Tabla A9. Cálculo de VAN y TIR

FLUJOS DE CAJA		
PERIODO	FLUJO	VAN
0	\$ (106 919.68)	\$ (106 919.68)
1	\$ 28 399.42	\$ 23 666.19
2	\$ 44 641.44	\$ 31 001.00
3	\$ 49 262.69	\$ 28 508.50
4	\$ 49 262.69	\$ 23 757.08
5	\$ 49 262.69	\$ 19 797.57
TIR 27%		\$ 19 810.66