



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA



**EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES DEL ORUJO DE UVA  
COMO MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN  
DE NUEVOS PRODUCTOS**

***TRABAJO ESPECIAL DE GRADO PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE  
UNIVERSIDAD DE CARABOBO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO QUÍMICO***

**Autores**

Adrián Andrade  
Ledyamil García

Valencia, abril de 2008



UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA



**EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES DEL ORUJO DE UVA  
COMO MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN  
DE NUEVOS PRODUCTOS**

**Tutor**

Prof. Alberto Mieres Pitre

**Autores**

Br. Adrián Andrade

Br. Ledyamil García

Valencia, abril de 2008

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios sobre todas las cosas, por iluminar nuestras vidas y siempre darnos fuerzas para seguir adelante. Gracias Dios por habernos permitido alcanzar ésta preciada meta.*

*A nuestros padres, por apoyarnos y darnos fuerzas durante nuestra existencia en este mundo, por ser testigos fieles de cada minuto de angustia y compartir junto a nosotros nuestras alegrías y tristezas.*

*A nuestro tutor, el profesor Alberto Mieres Pitre, por brindarnos toda su experiencia y encaminarnos de manera adecuada para la realización exitosa de éste trabajo. Gracias profesor por toda la asesoría y el apoyo brindado.*

*A la Ing. Peggy Londoño, por toda su colaboración, apoyo incondicional y disposición durante la realización de la fase experimental.*

*Al Lic. Mario Rosi por asesorarnos y ayudarnos a solucionar los problemas sin mayor interés que el de colaborar en el feliz término de éste trabajo.*

*A la Universidad de Carabobo, por abrirnos sus puertas y habernos formado como excelentes profesionales.*

*Al Laboratorio de Alimentos y el Laboratorio de Química Orgánica, por permitirnos realizar nuestro trabajo en sus instalaciones.*

*A todos nuestros amigos por el apoyo y las palabras de aliento cuando eran necesarias.*

***A todos mil gracias...***

## **DEDICATORIA**

*A mis padres Idwin y Marlene, a quienes les debo lo que soy. Siempre han estado ahí, realizando innumerables sacrificios sólo por verme feliz. Con sus consejos y enseñanzas formaron el hombre que hoy en día soy. Este logro realmente es de ustedes. Los quiero mucho, son los mejores padres del mundo!!*

*A mi abuela Ana Rosa, quién ha estado allí brindándome mucho amor, cariño, apoyo y comprensión. No te vas a ir al cielo sin verme vestido de toga y birrete, como siempre lo deseaste. Te quiero mucho mamá!!*

*A mi tío Douglas, aunque no estés presente físicamente se que allá en el cielo estas orgulloso de mi. Te llevo en mi corazón tío y este logro se lo dedico a tu memoria.*

*A Ledyamil, mi compañera de tesis, de carrera universitaria y de vida por cinco años. Contigo aprendí innumerables cosas que nunca voy a olvidar. Siempre fuiste mi apoyo en los momentos malos y mi compañera en los buenos. Te quiero mucho!!.*

*A mis tíos Antonio y Aristela, quienes a pesar de la distancia, siempre los he sentido cerca, dándome aliento, ganas de luchar, apoyo y comprensión cuando lo he necesitado.*

*A mis primos Anita y Abraham, por ser dos hermanos para mi y alentarme al logro de ésta meta.*

**ADRIAN ANDRADE**

---

## DEDICATORIA

*Este triunfo se lo dedico en primer lugar a mi madre, Ghermina Infante, por ser mi ejemplo de mujer luchadora, emprendedora y constante, la mujer que sembró bases sólidas en mi personalidad y me motivo a seguir su ejemplo. Negra a pesar de no contar con tu presencia física siempre te sentí cerca de mí brindándome tu amor y tus consejos y sé que donde quiera que estés te sientes orgullosa. Te amo!!.*

*A mi padre, Edgar J. García por ser la imagen de respeto, responsabilidad y carácter el cual junto a mi madre se encargo de formar a la mujer que soy ahora. Mi viejo bello este triunfo es tuyo, gracias por todo tu apoyo y tu comprensión, Te adoro y Te admiro mucho!!.*

*A mis hermanos les dedico esta meta cumplida, gracias por todas sus palabras de aliento, por ser testigos de todos mis sacrificios y por estar siempre a mi lado, espero sigan sintiéndose súper orgullosos de su hermanita, lo hice, que tal??.*

*A William Guerra mi padrino querido, por ser mi segundo papá, ser ese apoyo incondicional y ser esa mano amiga cercana que nunca me abandonó, Te quiero mucho!!.*

*A mi nerd bello, por enseñarme lo bonito de la vida y del amor, por ser mi apoyo, mi soporte y mi bastón cuando me flaqueaban las piernas y por ser el complemento perfecto para alcanzar esta meta, sin tí no hubiese sido posible, Te quiero Muchísimo!!.*

*A mis sobrinos queridos, este triunfo es de todos ustedes ténganlo como ejemplo y base para alcanzar todo lo que se propongan en la vida y recuerden que los límites se los ponen ustedes mismos.*

LEDYAMIL GARCÍA

---

## SUMARIO

Se evaluaron los principales componentes del orujo de uva proveniente de la variedad Criolla negra como materia prima en la elaboración de productos alimenticios, se determinó, la composición másica porcentual de los componentes, la extracción del aceite contenido en la semilla, la caracterización fisicoquímica del mismo y el análisis de su estabilidad en el tiempo; además, se elaboraron galletas con diferentes niveles de inclusión de cascarilla en su formulación base, se aplicó evaluación sensorial para establecer la formulación más aceptada y posteriormente se caracterizó física, química y dimensionalmente la galleta elaborada. Finalmente se determinó la relación costo-beneficio involucrada en el aprovechamiento de los subproductos.

Para poder caracterizar dimensionalmente la semilla se tomaron 40 muestras al azar y se registró el largo, el ancho y el peso para luego ser promediadas. Se realizó un diseño multifactorial  $3^3$ , originándose un total de 27 corridas experimentales con el fin de establecer la condición óptima del proceso, las pruebas correspondientes a la caracterización del aceite y estabilidad así como la caracterización de la galleta se realizaron por duplicado y triplicado para minimizar errores, el análisis sensorial por su parte se elaboró con 9 panelistas semi-entrenados para la prueba de diferencia y con 80 personas para la prueba de aceptación.

La extracción de aceite se llevó a cabo a escala de laboratorio en un equipo tipo Soxhlet utilizando hexano como solvente, a una temperatura constante de 80 °C. El proceso de separación sólido-liquido que ocurrió fue el proceso de lixiviación, el cual consistió en el paso del solvente sucesivamente a través de la semilla molida arrastrando todo el aceite contenido en ella.

La composición másica se determinó mediante gravimetría a los componentes separados en forma manual, para cada uno se determinó el contenido de humedad, cenizas, proteínas, grasa y fibra cruda según la normativa venezolana COVENIN, al igual que las pruebas de identidad y calidad realizadas al aceite. Se elaboraron 5 formulaciones de galleta con diferentes niveles de inclusión de cascarilla (10, 20, 30, 40 y 50) % escogiéndose a partir de la prueba de rango la formulación más aceptada.

Se obtuvo que el contenido de grasa presente en la semilla fue de  $(9,371 \pm 0,004)$  %, el contenido en la cascarilla de fibra cruda de  $(25,12 \pm 0,01)$  % y el de proteínas  $(10,44 \pm 0,04)$  %. La condición óptima del proceso de extracción se obtuvo para un tamaño de partícula de 250  $\mu\text{m}$ . El aceite está constituido en un 67,0422% de ácido linoleico, 15,3157% oleico, 9,3126% palmítico y 5,9768% esteárico. Se observó un alto nivel de aceptación de las galletas en la evaluación sensorial, no mostrando diferencias significativas para los niveles de adición. La formulación con mayor preferencia fue la de 10%.

Se concluyó que el orujo de uva constituye un subproducto de gran interés para la industria alimenticia, el aceite posee alto contenido del ácido graso esencial Omega 6. El hollejo se puede utilizar como ingrediente en la elaboración de galletas con un nivel de agrado aceptable.

Se recomendó obtener el aceite a partir del prensado en frío con la finalidad de disminuir la oxidación y garantizar todos los componentes insaturados presentes en dicho aceite.

**Palabras claves:** orujo de uva, aceite de la semilla de uva, ácidos grasos, tamaño de partícula, evaluación sensorial, galletas con fibra.

---

## SUMMARY

Were evaluated the principal components of grape pomace from “*Criolla Negra*” variety as raw material in the production of nourishing products, was determined the mass composition percentage of the components, the extraction of the oil contained in the seed, physical and chemical characterization of the oil and the analysis of its stability at the time. Besides, cookies were elaborated with different levels of incorporation of husk in its main formulation, sensory evaluation was applied to establish the most accepted formulation and later the elaborated cookie was characterized physical, chemical and dimensionally. Finally the relation decided cost-benefit involved in the utilization of the by-products.

To be able to characterize in a dimensional way, the seed 40 samples took at random and the length, the width and the weight was registered for then to be divided equally. A design was realized multi-factorial  $3^3$ , from which 27 experimental samples were originated in order to establish the ideal condition of the process, the tests related to the characterization of the oil and stability as well as the characterization of the cookie were realized by duplicate and triplicate to minimize experimental deviations, the sensory analysis report was elaborated with 9 panelists semi-trained for the difference test and with 80 persons for the test of acceptance.

The extraction of oil led to itself to end to laboratory scale in an equipment type Soxhlet, using n-hexane like solvent to a constant temperature of 80 °C. The solid - liquid process of separation that happened was the process of lixiviation, which consisted of the solvent successively across the seed ground dragging all the oil contained in it.

The mass composition was calculated by gravimetry to the components separated in manual form, for each one was determined the content of moisture, ashes, proteins, fat and fiber according to the Venezuelan regulation COVENIN, as the tests of identity and quality realized to the oil. 5 formulations of cookie were elaborated with different levels of incorporation of husk (10, 20, 30, 40 and 50) % the most accepted formulation being chosen from the test of range.



Was obtained that the content of fat present in the seed was of  $(9,371 \pm 0,004)$  %, the content in the husk of fiber  $(25,12 \pm 0,01)$  % and that of proteins  $(10,44 \pm 0,04)$  %. The ideal condition of the process of extraction was obtained for a particle size of 250  $\mu\text{m}$ . The oil is constituted in 67,0422 % of linoleic acid, 15,3157 % of oleic, 9,3126 % of palmitic and 5,9768 % of stearic. Was observed a high level of acceptance of the cookies in the sensory evaluation, not showing significant differences for the levels of incorporation of husk. The formulation with bigger preference was that of 10 % of incorporation.

One concluded that the grape pomace constitutes a by-product of great interest for the nourishing industry, the oil contain high percent of the essential fatty acid Omega 6. The husk can be in use as ingredient in the production of cookies with a level of acceptable pleasure.

The oil was recommended to obtain from press with the purpose of diminishing the oxidation and of diminishing all the unsaturated present components in the oil.

**Key words:** grape pomace, grape seed oil, fatty acids, particle size, sensory evaluation, fiber cookies.

---

## ÍNDICE GENERAL

---

	<b>Página</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	
1.1. Descripción del problema	3
1.2. Formulación del problema	5
1.2.1. Situación actual	5
1.2.2. Situación deseada	5
1.3. Objetivos	6
1.3.1. Objetivo General	6
1.3.2. Objetivos Específicos	6
1.4. Justificación	7
1.5. Limitaciones	7
<b>CAPÍTULO II. BASES TEÓRICAS</b>	
2.1. Antecedentes	9
2.2. Fundamentos teóricos	13
2.2.1. La uva	13
2.2.2. Partes constituyentes de la uva	13
2.2.3. Beneficios de la uva	14
2.2.4. Variedad <i>Criolla Negra</i>	15
2.2.5. Orujo de uva	17
2.2.6. Métodos de extracción de aceites	17
2.2.7. Extracción por solvente en equipo SOXHLET	18
2.2.8. Factores que influyen en la eficacia del proceso de extracción	19
2.2.9. Diseño de experimentos	20
2.2.10. Terminología específica en el diseño de experimentos	21
2.2.11. Diseño factorial	22
2.2.12. Aceite de la semilla de uva	24
2.2.13. Análisis físicos y químicos de las grasas y aceites	24
2.2.14. Ácidos grasos	26

---

	<b>Página</b>
2.2.15. Cromatografía de gases	27
2.2.16. Componentes de un cromatógrafo de gases	27
2.2.17. Cromatograma	29
2.2.18. Enranciamiento	29
2.2.19. Etapas de oxidación de aceites	30
2.2.20. Refinación de los aceites	31
2.2.21. Análisis proximal o elemental de los alimentos	31
2.2.22. Método de KJELDAHL	33
2.2.23. Fibra detergente neutro	34
2.2.24. Evaluación sensorial de los alimentos	34
2.2.25. Prueba de rangos	35
<hr/> <b>CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO</b>	
<hr/>	
3.1. Determinación de la composición porcentual de los componentes residuales provenientes del proceso de vinificación	36
3.1.1. Obtención del orujo de uva	36
3.1.2. Separación de los componentes del orujo de uva	37
3.1.3. Determinación de la composición másica porcentual de los componentes del orujo de uva	37
3.1.4. Caracterización másica de la semilla de uva	38
3.1.5. Caracterización dimensional de la semilla de uva	38
3.1.6. Composición proximal de los componentes del orujo de uva	39
3.2. Extracción del aceite contenido en la semilla de uva	39
3.2.1. Planificación del experimento	40
3.2.1.1. Establecimiento del objetivo del experimento	40
3.2.1.2. Establecimiento de variables	40
3.2.2. Diseño del experimento	41
3.2.2.1. Selección de factores y niveles	41
3.2.2.2. Selección del tipo de arreglo a emplear	42
3.2.3. Conducción del experimento	42
3.2.3.1. Preparación de la materia prima	42

---

	<b>Página</b>
3.2.3.2. Diseño del instrumento de recolección de datos	43
3.2.3.3. Extracción del aceite	43
3.2.3.4. Recolección de datos	44
3.2.3.5. Obtención y análisis de resultados	44
3.2.4. Determinación de las condiciones óptimas de extracción	45
3.2.4.1. Análisis de varianza	45
3.3. Caracterización fisicoquímica del aceite de la semilla de uva	48
3.3.1. Análisis fisicoquímicos a partir de los requisitos de identidad	48
3.3.1.1. Determinación de la densidad relativa	48
3.3.1.2. Determinación del índice de refracción	49
3.3.1.3. Determinación del índice de saponificación	50
3.3.1.4. Determinación del índice de yodo	51
3.3.2. Análisis fisicoquímicos a partir de los requisitos de calidad	52
3.3.2.1. Determinación de color	52
3.3.2.2. Determinación del índice de acidez	53
3.3.2.3. Determinación del índice de peróxidos	54
3.3.3. Determinación del perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases	55
3.4. Determinación de la estabilidad del aceite extraído en un período de tiempo	55
3.5. Elaboración de un producto alimenticio a partir del hollejo de uva	57
3.5.1. Establecimiento del producto a elaborar	57
3.5.2. Formulación y preparación	57
3.5.3. Selección de la formulación	58
3.5.4. Caracterización dimensional y másica de la galleta	58
3.5.5. Caracterización proximal a la galleta de hollejo con formulación definitiva	59
3.6. Realización de la evaluación sensorial del producto	60
3.6.1. Elaboración del instrumento de recolección de datos	60
3.6.2. Determinación de la formulación con mayor aceptación	61
3.6.3. Prueba de aceptación	62
3.7. Determinación de la relación costo-beneficio del producto elaborado	62

	<b>Página</b>
<hr/> <b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS</b> <hr/>	
4.1. Determinación de la composición porcentual de los componentes residuales provenientes del proceso de vinificación	65
4.1.1. Determinación de la composición másica porcentual de los componentes del orujo de uva	65
4.1.2. Caracterización másica y dimensional de la semilla de uva	66
4.1.3. Composición proximal de los componentes del orujo de uva	66
4.2. Extracción del aceite contenido en la semilla de uva	69
4.3. Caracterización fisicoquímica del aceite de la semilla de uva	74
4.3.1. Análisis fisicoquímicos a partir de los requisitos de identidad	74
4.3.2. Análisis fisicoquímicos a partir de los requisitos de calidad	75
4.3.3. Composición de ácidos grasos	77
4.4. Determinación de la estabilidad del aceite extraído en un período de tiempo	78
4.5. Elaboración de un producto alimenticio a partir del hollejo de uva	80
4.6. Realización de la evaluación sensorial del producto	84
4.7. Relación costo beneficio de la realización del producto	85
<hr/> <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> <hr/>	
Conclusiones	88
Recomendaciones	90
<hr/> <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> <hr/>	
<b>APÉNDICES</b> <hr/>	
Apéndice A. Datos experimentales	95
Apéndice B. Cálculos típicos	115
Apéndice C. Valores críticos del factor F de Fisher con un nivel de significancia del 5 %	136
Apéndice D. Tabla de relación masa de muestra – índice de yodo esperado	138
Apéndice E. Características físicas, químicas y composición de ácidos grasos de algunos aceites vegetales crudos	140
Apéndice F. Cromatograma del aceite crudo extraído de la semilla de uva	143

	<b>Página</b>
Apéndice G. Análisis de color realizado al aceite crudo extraído de la semilla de uva	145
Apéndice H. Valores totales requeridos para la significación del nivel de 1 % en la prueba de rango	147
Apéndice I. Análisis microbiológico realizado a la galleta dulce elaborada a partir del hollejo de uva	149
Apéndice J. Criterios microbiológicos utilizados como patrón de comparación (Norma COVENIN 1483:2001)	153
Apéndice K. Modelos de encuestas empleados en las evaluaciones sensoriales realizadas a la galleta dulce elaborada a partir del hollejo de uva	155
Apéndice L. Costos de materias primas, de reactivos químicos y de servicios energéticos usados en la elaboración de productos a partir del orujo de uva	160

---

## ÍNDICE DE TABLAS

---

	<b>Página</b>
<hr/> <b>CAPÍTULO II. BASES TEÓRICAS</b> <hr/>	
2.1. Experimento factorial sin interacción	22
2.2. Experimento factorial con interacción	23
<hr/> <b>CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO</b> <hr/>	
3.1. Caracterización másica de los componentes del orujo de uva	37
3.2. Caracterización másica y dimensional de la semilla de uva	38
3.3. Métodos utilizados en el análisis proximal de los componentes del orujo de uva	39
3.4. Variables involucradas en la determinación del rendimiento de la extracción de aceite	43
3.5. Métodos utilizados para la determinación de los requisitos de identidad del aceite de la semilla de uva	48
3.6. Variables involucradas en el cálculo de la densidad relativa del aceite de la semilla de uva	49
3.7. Índice de refracción del aceite de la semilla de uva medido a una temperatura de referencia	50
3.8. Variables involucradas en la determinación del índice de saponificación del aceite de la semilla de uva	51
3.9. Variables involucradas en la determinación del índice de yodo del aceite de la semilla de uva	51
3.10. Métodos utilizados para la determinación de los requisitos de calidad del aceite de la semilla de uva	52
3.11. Variables involucradas en la determinación del índice de acidez del aceite de la semilla de uva	53
3.12. Variables involucradas en la determinación del índice de peróxidos del aceite de la semilla de uva	54

---

	<b>Página</b>
3.13. Variables involucradas en la evaluación del índice de acidez del aceite de la semilla de uva y del aceite de oliva en el análisis de estabilidad	56
3.14. Variables involucradas en la evaluación del índice de peróxidos del aceite de la semilla de uva y del aceite de oliva en el análisis de estabilidad	56
3.15. Formulación de galletas elaboradas a partir del orujo de uva	58
3.16. Caracterización másica y dimensional de las galletas elaboradas a partir del hollejo de uva	58
3.17. Métodos utilizados en el análisis proximal de la galleta de hollejo de uva	60
<hr/> <b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS</b>	
4.1. Composición másica porcentual del orujo de uva	65
4.2. Caracterización dimensional de la semilla de uva en dos variedades	66
4.3. Análisis proximal para la cascarilla del orujo de uva	67
4.4. Análisis proximal para la semilla del orujo de uva	68
4.5. Análisis proximal para los tallos del orujo de uva	69
4.6. Rendimiento del proceso de extracción del aceite de la semilla de uva para las distintas condiciones del arreglo	71
4.7. Resultados del análisis de varianza realizado a los datos de la extracción del aceite de la semilla de uva	72
4.8. Requisitos de identidad del aceite de la semilla de uva	74
4.9. Requisitos de calidad del aceite de la semilla de uva	76
4.10. Perfil de ácidos grasos del aceite de la semilla de uva	78
4.11. Variables involucradas en la evaluación del índice de acidez y de peróxidos para las diferentes muestras en función del tiempo	79
4.12. Evaluación de atributos en diferentes formulaciones de galletas de hollejo de uva a partir de la prueba de rango	81
4.13. Formulación de la galleta elaborada con 10 % de adición de hollejo de uva	82
4.14. Caracterización másica y dimensional de la galleta elaborada a partir del hollejo de uva	82
4.15. Caracterización proximal de la galleta elaborada a partir del hollejo de uva	82



	<b>Página</b>
4.16. Fibra cruda, fibra detergente neutro y fibra detergente ácida de la galleta elaborada a partir del hollejo de uva	83
4.17. Costos asociados a la extracción de aceite crudo de la semilla de uva	85
4.18. Costos asociados a la elaboración de la galleta dulce a partir del hollejo de uva	86

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

	Página
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	
1.1. Esquema de la metodología empleada para la extracción del aceite y elaboración de un producto alimenticio mediante el aprovechamiento del orujo de uva	4
<b>CAPÍTULO II. BASES TEÓRICAS</b>	
2.1. Partes constituyentes de la uva	14
2.2. Variedad <i>Criolla negra</i>	15
2.3. Sistema de parral empleado en <i>Tarabana</i> estado Lara	16
2.4. Sistema de espaldera vertical empleado en <i>El Tocuyo</i> estado Lara	16
2.5. Equipo de extracción tipo Soxhlet	19
2.6. Componentes de un cromatógrafo de gases	29
<b>CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO</b>	
3.1. Localización de las poblaciones de <i>El Tocuyo</i> y <i>Cabudare</i> en el estado Lara	36
3.2. Balanza analítica OHAUS <i>Adventure</i>	38
3.3. Factores y niveles para la extracción con solvente en el equipo Soxhlet	42
3.4. Equipo Soxhlet del Laboratorio de Alimentos de Ingeniería Química	44
3.5. Ambiente del software estadístico MINITAB 13.1	45
3.6. Ventana del software para la definición de los factores y niveles	46
3.7. Distribución del diseño experimental creado por MINITAB	46
3.8. Ventana para la selección de factores por columnas	47
3.9. Resultados del diseño experimental mostrado por el programa	47
3.10. Formato para la evaluación de atributos de las galletas de hollejo de uva	61
3.11. Formato para la evaluación del nivel de aceptación de la galleta	62
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS</b>	
4.1. Índice de acidez del aceite de la semilla de uva y del aceite de oliva en función del tiempo	79

	<b>Página</b>
4.2. Índice de peróxidos del aceite de la semilla de uva y del aceite de oliva en función del tiempo	80
4.3. Nivel de aceptación de la galleta elaborada con hollejo de uva	84
4.4. Flujograma del proceso de planta procesadora de orujo de uva para la extracción de aceite crudo a partir de la semilla y elaboración de galleta dulce	87

---

## INTRODUCCIÓN

El orujo de uva es el principal residuo del proceso de vinificación, constituido por restos de piel, semillas y tallos. Dicho subproducto debido a investigaciones internacionales es considerado fuente natural de componentes beneficiosos en diversas áreas; por ésta razón se pretende evaluar sus principales componentes a fin de determinar la factibilidad de aprovecharlos en la elaboración de nuevos productos debido a que en Venezuela es sólo utilizado para la realización de compostaje subestimando los potenciales del residuo. Esta investigación abarca la extracción y caracterización del aceite proveniente de la semilla y la elaboración de un producto alimenticio a partir del hollejo.

La variedad Criolla Negra corresponde a un híbrido nativo entre las variedades Vitis Vinífera y Vitis Caribaea, cultivada en Tarabana Barquisimeto estado Lara, bajo el sistema de parral, con un clima de escasa nubosidad, alta insolación y poca lluviosidad. Este híbrido es utilizado para la elaboración de sangrías y también como portainjertos para las otras variedades cultivadas en la estación experimental del instituto de la uva, ubicado en El Tocuyo estado Lara. Entre las variedades de vid para vinos que se pueden encontrar en el instituto se pueden mencionar Chenin Blanc, Villanueva, Sauvignon Blanc y Syrah. Una vez que la uva criolla negra alcanza el punto óptimo de maduración de 18 a 20 °Brix y 10% de acidez, la uva se corta y se lleva inmediatamente al instituto de la uva, en donde es prensada para la elaboración de sangrías; el residuo proveniente del prensado obtenido de la cosecha del mes de noviembre del 2006, es el que se utiliza para la realización de ésta investigación.

Para lograr la evaluación del orujo de uva se obtienen aproximadamente 15 kg de orujo, el cual es transportado al Laboratorio de Alimentos de la Universidad de Carabobo, en donde después de ser almacenado por tres meses, se separa manualmente en sus componentes principales y se realiza la cuantificación de cada uno, se determina la composición proximal de cada componente, se lleva a cabo la extracción del aceite de la semilla con solvente en un equipo Soxhlet siguiéndose un

diseño multifactorial de  $3^3$  a partir del cual se encuentra la condición óptima del proceso. Una vez extraído el aceite se caracteriza fisicoquímicamente y se analiza su estabilidad oxidativa en el tiempo. Posteriormente se incorpora el hollejo en la fabricación de galletas dulces, las cuales se someten a pruebas de rango o diferencia a fin de establecer la formulación más adecuada y luego a pruebas de aceptación, actividades comprendidas en el análisis sensorial de los alimentos. Como actividad final se calcula la relación costo-beneficio involucrada en la elaboración de la galleta y la extracción del aceite.

La investigación se estructura en cuatro capítulos. El capítulo I lo constituye el planteamiento del problema, la formulación del problema, los objetivos de la investigación y el alcance y limitaciones de la misma. El capítulo II contempla otras investigaciones realizadas sobre el tema en estudio así como las bases teóricas que fundamentan la investigación. El capítulo III refleja la metodología seguida para el logro de los objetivos planteados. El capítulo IV presenta todos los resultados y análisis obtenidos durante la fase experimental, para finalmente presentar las conclusiones y recomendaciones para trabajos posteriores.

Esta investigación tiene gran relevancia social debido a los grandes beneficios en materia de salud ya que el aceite obtenido presenta innumerables propiedades que contribuyen a disminuir enfermedades musculares además de poseer propiedades antioxidantes, también es una fuente altamente concentrada de ácido linoleico, esencial para el consumo humano y por otra parte el hollejo, es una fuente natural de fibra necesaria para la ingesta diaria. Además de esto el proyecto representa una solución para el uso de los residuos de la industria vinícola otorgándole valor agregado al considerarlo como materia prima en la elaboración de productos y disminuyendo el impacto ambiental originado por su acumulación.

## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

*En éste capítulo se plasma la descripción del problema, la situación actual y la deseada, las justificaciones que sustentan la investigación así como también las limitaciones que podrían presentarse. Además se establecen los objetivos específicos necesarios para alcanzar el objetivo general de este trabajo de grado.*

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La Universidad de Carabobo localizada en Bárbula - estado Carabobo cuenta con la Facultad de Ingeniería en donde a su vez se encuentra la Escuela de Ingeniería Química, que por más de tres décadas se ha dedicado a formar profesionales y a fomentar diferentes actividades de investigación.

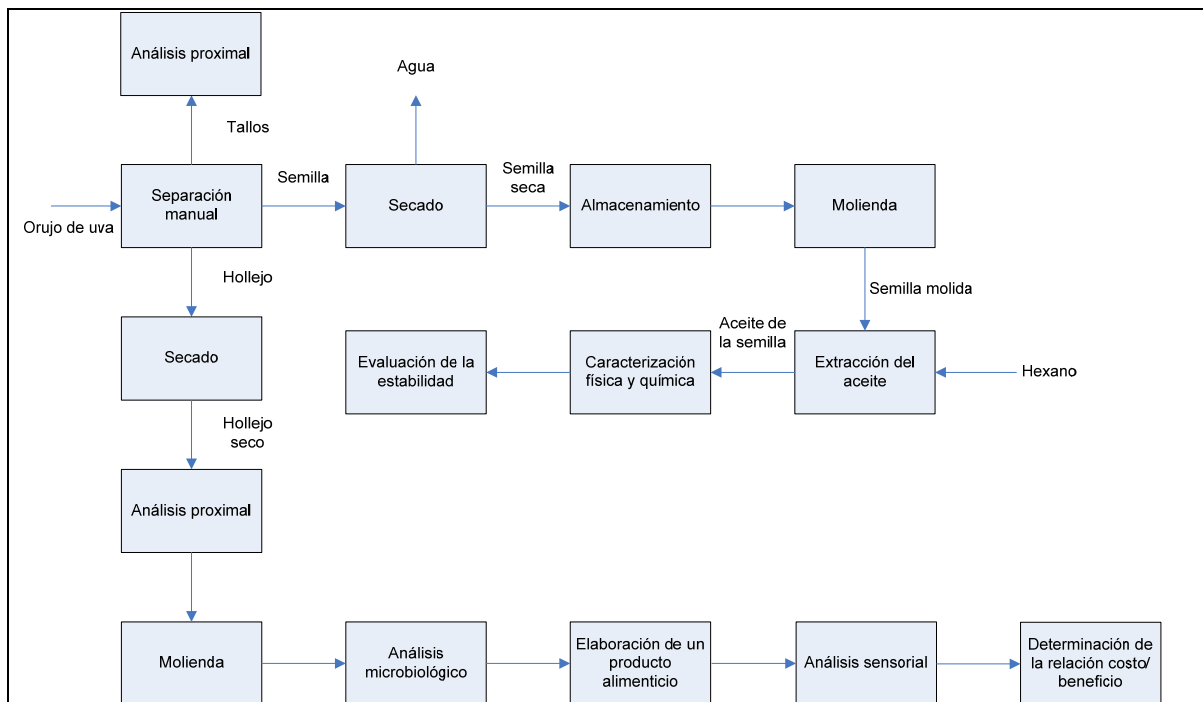
Dentro de la Escuela de Ingeniería Química se encuentra el Laboratorio de Ingeniería de Alimentos, el cual permite el desarrollo de temas de investigación en diversas áreas, contemplando la elaboración de productos alimenticios para el consumo humano y animal, la realización de diversos ensayos y la extracción de aceites de diferentes fuentes naturales que le facilitan al estudiante desarrollar a escala piloto parte de un proceso industrial.

Para la realización de las extracciones de aceites de semillas naturales el Laboratorio de Ingeniería de Alimentos cuenta con un equipo de extracción sólido – líquido llamado Soxhlet; en éste se realizan extracciones mediante lixiviación con un determinado solvente líquido. El equipo está formado por un calderín donde se suministra el solvente y es calentado, al evaporarse pasa por una columna de relleno y llega a un condensador donde vuelve a la fase líquida. Finalmente el solvente en fase líquida pasa por un recipiente extractor en donde se encuentra la materia prima y éste arrastra todo el aceite contenido en ella.

A pesar de las diferentes investigaciones que se han realizado sobre éste tema no se ha cubierto la extracción de aceite de semillas de uva, la cual internacionalmente es considerada una fuente variada de aplicaciones para la industria cosmética y alimenticia.

El orujo de uva es un subproducto que se obtiene del proceso de vinificación, el cual está compuesto principalmente por semilla, hollejo y tallo, los cuales representan un desecho considerable a partir del cual se podría obtener algunos beneficios. El aceite proveniente de la semilla de uva presenta innumerables propiedades que contribuyen a disminuir enfermedades musculares, además de poseer propiedades suavizantes de la piel como la vitamina E. También es una fuente altamente concentrada de ácido linoleico, un ácido graso esencial conocido como Omega 6.

El hollejo de la uva puede ser utilizado como fuente de proteínas, fibra cruda, grasa y minerales. Dichas propiedades pueden ser beneficiosas durante la elaboración de productos alimenticios ya que aportan una variedad de efectos fisiológicos, estos efectos incluyen incremento del peso, disminución en los niveles de colesterol y disminución de efectos de riesgo en el cáncer de colon y recto. Por tal razón, con el desarrollo de ésta investigación se pretende llevar a cabo la extracción del aceite de la semilla de uva con el propósito de evaluar el proceso de extracción y sus propiedades fisicoquímicas, así como también analizar el hollejo de uva como posible ingrediente para el desarrollo de un producto terminado. En la figura 1.1. se muestra el esquema de la metodología empleada.



**Figura 1.1.** Esquema de la metodología empleada para la extracción del aceite y elaboración de un producto alimenticio mediante el aprovechamiento del orujo de uva

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Las investigaciones realizadas se enfocan en la utilización del aceite extraído de la semilla de uva en el análisis de estabilidad y el efecto antioxidante del aceite crudo y refinado mediante su aplicación en el aceite de maíz, otras investigaciones a nivel internacional han abarcado la extracción propia del aceite y han propuesto el aprovechamiento del hollejo de uva. Acá en el país no se han realizado investigaciones sobre las propiedades sensoriales y de estabilidad del aceite, así como tampoco la factibilidad de la incorporación del hollejo proveniente del orujo de uva como producto alimenticio. Por ésta razón es de gran interés contemplar estos aspectos y contribuir en diferentes áreas de la salud del hombre.

### **1.2.1. Situación actual**

En el Laboratorio de Ingeniería de Alimentos se han realizado diferentes investigaciones en el equipo de extracción sólido - líquido, utilizando como materia prima algunas semillas quedando por fuera otras existentes en el país no de menor importancia que las ya estudiadas. Además de esto el orujo de uva representa un desecho industrial que se puede aprovechar como materia prima para la industria alimenticia, debido a que sus constituyentes principales: semilla, hollejo y tallo son ricos en grasa, proteínas y minerales. De continuar la falta de investigación sobre éste tema se estaría desaprovechando las bondades de éste subproducto y su posible incorporación como materia prima en la elaboración de diversos productos a nivel nacional.

### **1.2.2. Situación deseada**

Con la extracción del aceite de la semilla de uva se pretende analizar las propiedades físicas y químicas de dicho aceite así como también las condiciones óptimas de extracción, para de ésta manera determinar si es factible o no desarrollar dicho proceso. Además se pretende caracterizar física, química y microbiológicamente



el hollejo o cascarilla de uva a fin de estudiar la posibilidad de elaborar un producto alimenticio que sea rico en proteínas y fibra para ser usado como complemento en una dieta normal incorporándolo de ésta manera en el mercado nacional.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar los componentes principales del orujo de uva como materia prima para la elaboración de nuevos productos con la finalidad de aprovechar los residuos de la industria vinícola.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- 1.3.2.1. Determinar la composición porcentual de los componentes residuales provenientes del proceso de vinificación con el propósito de conocer la cantidad de materia prima aprovechable de dichos residuos.
- 1.3.2.2. Extraer el aceite contenido en la semilla de uva para determinar las condiciones óptimas del proceso de extracción.
- 1.3.2.3. Caracterizar de manera física y química el aceite extraído con la finalidad de conocer sus propiedades.
- 1.3.2.4. Determinar la estabilidad del aceite extraído en un periodo de tiempo a fin de conocer su tiempo de duración.
- 1.3.2.5. Elaborar un producto alimenticio a partir del hollejo de la uva y así lograr obtener un producto innovador.
- 1.3.2.6. Realizar una evaluación sensorial del producto elaborado para verificar sus características de aceptación y su posible incorporación en el mercado.
- 1.3.2.7. Determinar la relación costo - beneficio del producto elaborado a partir del hollejo de la uva y así determinar su posible incorporación al mercado.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN**

Ésta investigación tiene gran relevancia social debido a los grandes beneficios en materia de salud que ofrece éste aceite, El aceite de la semilla de uva presenta innumerables propiedades que contribuyen a disminuir enfermedades musculares, además de poseer propiedades antioxidantes como la vitamina E. También es una fuente altamente concentrada de ácido linoleico mejor conocido como Omega 6.

En cuanto a la conveniencia, éste proyecto representará una solución para el uso de los desechos del proceso de vinificación. Además de dar valor agregado a los desechos se podría ampliar el mercado mediante su aplicación como materia prima para la obtención de otros productos en el área alimenticia.

Es importante mencionar que durante la realización de éste trabajo de investigación se llevarán a cabo experimentaciones que permitirán afianzar los conocimientos obtenidos, en el área de fenómenos de transporte, diseño de procesos e Ingeniería de Alimentos.

Entre las implicaciones prácticas de ésta investigación se puede mencionar que con la semilla del orujo de uva puede ser aprovechada para obtener un aceite rico en Omega 6 con propiedades antioxidantes; con el hollejo elaborar un producto alimenticio innovador.

La investigación contribuye con el establecimiento de estrategias que pueden ser utilizadas como antecedentes para posteriores investigaciones en el área de extracción de aceites y fabricación de productos alimenticios.

## **1.5. LIMITACIONES**

El trabajo de investigación se puede ver limitado por el tiempo que se tarde la asignación de recursos para la realización de la parte experimental, debido a que el Laboratorio de Ingeniería de Alimentos no cuenta con los reactivos y los equipos necesarios para llevar a cabo la extracción y caracterización del aceite y la elaboración del producto terminado.

Otro factor limitante puede ser la disponibilidad de las instalaciones ya que la investigación se llevará a cabo en el Laboratorio de Ingeniería de Alimentos, se debe considerar que la disponibilidad de los equipos es poca ante la gran cantidad de tesis que pretenden llevar a cabo también sus investigaciones.

---

## II. BASES TEÓRICAS

*En éste capítulo se presentan algunas investigaciones realizadas con anterioridad sobre el tema en estudio, reflejando el objetivo de cada investigación, además se plasman los fundamentos teóricos que sirven de base para este Trabajo Especial de Grado.*

### 2.1. ANTECEDENTES

Göktürk N. y col. (2007), caracterizaron los extractos de aceite de orujo y pepita de uva de los principales cultivares de Turquía, Kalecik Karasi, Narince, Hasandede y Emir. El material procedente del orujo y la semilla, seco y pulverizado se extrajo con hexano. Los resultados mostraron que la concentración de aceite de las semillas osciló entre 12,35 % y 16 % mientras que el aceite de orujo la concentración varió entre 5,47 % y 8,66 %. Los aceites de orujo y pepita de uva eran ricos en ácidos oleicos y linoleico, y su grado de insaturación fue de un 85 %. El  $\alpha$ -tocoferol fue el tocoferol más abundante en los extractos, encontrándose mayor cantidad de éste en el aceite de orujo. Los contenidos de fenoles totales fueron más altos en los extractos de orujo que en los de la semilla (392,74 mg/kg). Los índices de refracción de los extractos de aceite de orujo variaron de 1,445 a 1,468 mientras que en los de la semilla variaron entre 1,460 y 1,466. En conclusión, los subproductos del vino (incluyendo las semillas y el orujo) pueden ser utilizados para conseguir antioxidantes naturales y para obtener aceite vegetal comestible.

Rubio M. y col. (2007), caracterizaron el aceite de la semilla procedente de distintas variedades de uva: *Monastrell*, *Garnacha Tintorera*, *Syrah* y *Petit Verdot* las cuales son cultivadas en la actualidad en Castilla – La Mancha. Se utilizaron tres muestras de 50 kg aproximadamente por cada variedad, las cuales fueron secadas a 20 °C durante 7 días. Las muestras fueron molturadas en un molino de martillo, hasta alcanzar un diámetro de partícula menor a 1 mm, siendo trasladadas a la industria de extracción. Paralelo a esto se secaron tres nuevas muestras de la variedad *Monastrell* en un

secador de lecho fluidizado y fueron molturadas y enviadas a la industria de extracción. La extracción del aceite se realizó mediante una prensa de tornillo; tras decantación de 5 días, el aceite fue llevado al laboratorio de investigación para proceder a su análisis. Como resultado se obtuvo que la variedad *Garnacha Tintorera* posee el mayor contenido en ácido oleico (24,88 %), la variedad *Petit Verdot* en ácido linoleico (69,16 %) y la variedad *Syrah* en linolénico (0,64 %). Todas las muestras analizadas presentaron bajo contenido de colesterol, siempre por debajo del máximo permitido por la reglamentación (0,5 %). El  $\beta$ -sitosterol fue el esteroles mayoritario presente en el aceite. Al comparar las muestras de la variedad *Monastrell*, no se observó diferencia significativa, lo cual indica que el tipo de secado no influyó sobre la composición de ácidos grasos de la semilla.

Beveridge T. y col. (2005), analizaron el rendimiento y la composición de aceites de la semilla de ocho variedades de uva extraídos por dióxido de carbono supercrítico y éter de petróleo. El orujo de la uva se obtuvo durante otoño de 2001, se deshidrató por congelación para su almacenamiento y posterior proceso. Los aceites de las semillas provienen de 8 variedades de uvas usadas en la elaboración de vino en British Columbia. El rendimiento del proceso de extracción por dióxido de carbono supercrítico varió entre 5,85 % a 13,6 %, mientras que el rendimiento para la extracción con éter de petróleo varió entre 6,64 % a 11,17 %. Los aceites contenían  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ -tocoferoles y  $\alpha$  y  $\gamma$ -tocotrienoles, estando en mayor proporción el  $\alpha$ -tocotrienol. En ambos procesos de extracción, los sitosteroles eran una característica predominante de la fracción insaponificable, con  $\beta$ -sitosterol siendo cuantitativamente más importante con ambos extractantes. La extracción de sitosteroles fue más alta con dióxido de carbono supercrítico que con éter de petróleo en 7 de las 8 variedades de uva extractadas. La composición de ácidos grasos de todas las variedades probadas y de ambos métodos de extracción, reflejaron al ácido linoleico como el mayor componente en un rango de 67,56 % a 73,23 %, de acuerdo con los informes de la literatura.

Cannet R. y col. (2004), evaluaron la cascarilla de orujo de uva como posible ingrediente en la elaboración de productos para el consumo humano. Se elaboraron

galletas con cuatro niveles de adición de cascarilla (0 %, 5 %, 7,5 % y 10 %). La temperatura de horneado fue 205 °C y el tiempo de horneado fue 12 minutos. En el estudio se determinó el contenido de humedad, proteínas, cenizas, grasas, taninos y fibra dietaria tanto para la cascarilla del orujo de uva como en las galletas. Además en las galletas se llevó a cabo la medición de color, prueba de aceptación sensorial y las evaluaciones biológicas de Razón Neta de Proteína (NPR), Digestibilidad Aparente (DA) y Digestibilidad Verdadera de Proteína (DV). Los resultados de la investigación demostraron que la cascarilla del orujo de uva presentó altas cantidades de fibra dietaria, proteínas y cenizas, sin embargo, el contenido de grasas es bajo. El contenido de taninos encontrado en la cascarilla disminuyó significativamente en la galleta, se observó un alto nivel de agrado de las galletas en la evaluación sensorial, no mostrando diferencia significativa entre los cuatro niveles de adición. En la medición de color la intensidad fue aumentando a medida que se agregó más cascarilla. Con respecto a las evaluaciones biológicas, al aumentarse el porcentaje de adición de cascarilla, fueron disminuyendo los valores de NPR, DA y DV, afectándose en mayor grado el NPR, aunque estadísticamente no fue significativa la diferencia. Con éste estudio se concluyó que es posible utilizar la cascarilla del orujo de uva como ingrediente para la elaboración de galletas con alto contenido de fibra dietaria y un nivel de agregado aceptable.

Vargas J.M. y Quijada G. (2004), extrajeron y caracterizaron el aceite proveniente de la semilla de uva de variedad *Carignane*. Para el estudio se utilizó uvas provenientes del proceso de prensado en la elaboración del vino. Para la extracción del aceite con hexano como solvente, las semillas fueron secadas hasta un 8 % de su humedad inicial, posteriormente fueron molidas y tamizadas. Una vez extraído el aceite crudo, éste fue neutralizado, blanqueado y comparado con una muestra comercial. Los resultados reflejaron que existían diferencias significativas de color y se encontró un ligero decremento en la viscosidad, densidad y porcentaje de ácidos grasos libres entre el aceite experimental y el comercial. El desempeño, la estabilidad y la composición de ácidos grasos de ambas fuentes fue considerablemente constante. Este trabajo indica que el aceite de semilla de uva puede ser seguramente utilizado como aceite

comestible y el orujo constituye un subproducto de gran interés para la industria alimenticia.

Guerra E. y Zuñiga M. (2003), analizaron el efecto de la incorporación de enzimas sobre el rendimiento de la extracción de aceites de la semilla de uva (*Vitis vinífera*) por prensado en frío. Con el prensado en frío se buscó preservar los compuestos activos de la semilla de uva y minimizar el impacto medioambiental en comparación con los métodos convencionales de extracción de aceites que se utilizan a altas temperaturas. El tratamiento enzimático se efectuó previo al prensado con una enzima comercial y su efectividad se comparó con un control sin catalizador. El rendimiento de la extracción de aceite del 72 % se logró con un pre-tratamiento enzimático durante 4 horas a 50 °C y 60 % de humedad, superando en un 26 % al control. Se concluyó que la incorporación de un tratamiento enzimático sería una alternativa factible para extraer el aceite de la semilla de uva bajo condiciones suaves de proceso, mejorando el rendimiento de extracción en comparación con el mismo tipo de proceso sin enzimas.

Quintero L. (2001), determinó la estabilidad y efecto antioxidante del aceite de la semilla de uva crudo y refinado en la estabilidad oxidativa del aceite de maíz refinado. Para éste estudio se diseñó un experimento totalmente aleatorio de once tratamientos, los cuales se mantuvieron en la estufa a 62,5 °C, determinándole la concentración de peróxidos cada 5 días durante 50 días. Inicialmente las semillas fueron separadas con agua, molidas y extractadas con hexano comercial en un equipo piloto tipo Soxhlet. Además de esto se realizó la caracterización fisicoquímica del aceite crudo de la semilla de uva. Para el análisis de estabilidad y efecto antioxidante del aceite, el experimento fue dividido en tres partes, en la primera se evaluó la estabilidad del aceite crudo y refinado de la semilla de uva respecto a el aceite de maíz refinado. En la segunda parte se evaluaron dosis crecientes (2,5 %, 5 %, 7,5 % y 10 %) de aceite crudo de semilla de uva en la estabilidad oxidativa del aceite de maíz refinado. La tercera parte sirvió para evaluar dosis crecientes de aceite de semilla de uva refinado en iguales proporciones que la parte anterior. Como resultado se obtuvo que el aceite crudo de la semilla de uva fue 9,5 % más estable que el aceite de maíz refinado y 5,9 % más que el aceite de

semilla de uva refinado químicamente. El efecto antioxidante del aceite crudo de la semilla de uva se incrementa hasta una concentración óptima de 7,5 % en el aceite de maíz refinado. En base a los resultados obtenidos se concluyó que el aceite extraído tiene efecto antioxidante y en consecuencia resiste bien la oxidación de sus ácidos grasos.

## 2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 2.2.1. La uva

La uva es una fruta obtenida de la vid. Mide entre 6-22 mm de largo, su forma es circular y/u ovalada, la piel está adherida a su pulpa. Vienen en racimos y son pequeñas y dulces. Se comen frescas o se utilizan para producir mosto, vino y vinagre. Pueden ser amarillas, rojo, moradas y blancas, aunque éstas últimas son realmente verdes y evolutivamente proceden de las uvas rojas con la mutación de dos genes que hace que no desarrollen antocianos, siendo estos los que dan la pigmentación. Cada fruto posee entre 2 y 4 semillas. (Guerra E. y Zuñiga M.; 2003).

### 2.2.2. Partes constituyentes de la uva

- **La piel u hollejo:** en ésta parte se encuentran la mayor proporción de los compuestos colorantes del vino (antocianos) y de los taninos de la uva que le aportan una sensación de astringencia. Las sustancias aromáticas que identifican la variedad de uva se encuentran en la parte interna del hollejo.
- **La pulpa:** aquí residen los principales componente del mosto (agua y azúcares) que mediante fermentación, se transformarán en vino.
- **Las pepitas:** se encuentran dentro de la pulpa y difieren en volumen y en cantidad. Incluso hay variedades que no las contienen. Proporciona los taninos al vino. (Sánchez H.; 2008).

En la figura 2.1. se aprecian las partes constituyentes de la uva:



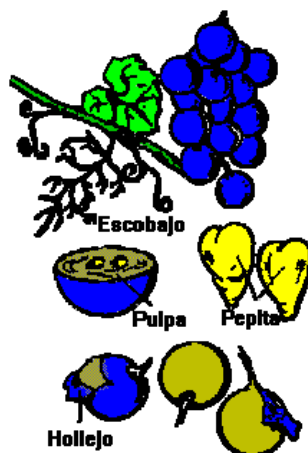


Figura 2.1. Partes constituyentes de la uva

### 2.2.3. Beneficios de la uva

Los beneficios sanitarios de la uva derivan tanto de sus componentes nutritivos como de los compuestos fenólicos responsables de su color y sabor, tales como antocianos, taninos y flavonoides, todos ellos con potente acción antioxidante. Los antocianos son los pigmentos responsables del color y los taninos les confieren la sensación de astringencia. Dentro de los flavonoides, el resveratrol es el más reconocido. Está presente sobre todo en la piel y tiene propiedades antifúngicas, es decir, impide el crecimiento de hongos en las uvas. Los últimos estudios científicos han mostrado su eficacia al inhibir o bloquear el crecimiento tumoral.

Los flavonoides y el resveratrol producen los siguientes beneficios sobre la circulación en las arterias: vasodilatación, por lo que aumenta el flujo sanguíneo; disminución de la agregación plaquetaria (la sangre circula más fluida con lo que disminuye el riesgo de formación de coágulos o trombos) e inhibición de la oxidación del colesterol LDL-c.

En esencia, podemos asegurar que la uva y el mosto (zumo de uva) son alimentos que favorecen el buen estado de las arterias y del corazón. A los beneficios de las sustancias antioxidantes, se suma el aporte en potasio y magnesio, minerales que intervienen en la contracción de los músculos y del corazón. No obstante, su consumo

deberán tenerlo en cuenta las personas que padecen de insuficiencia renal y que requieren de dietas especiales controladas.

La uva, por su contenido en fibra es un laxante suave. En caso de estreñimiento, se recomienda consumir las uvas sin pelar y con pepitas, ya que es ahí donde se encuentran las sustancias que favorecen la motilidad intestinal y ayudan a regular su funcionamiento. Para quienes sufren de estómago delicado, lo más conveniente es consumir el zumo de la uva o mosto. Por la riqueza en azúcares de las uvas, las personas con diabetes y exceso de peso pueden tomarlas pero controlando la cantidad.

Estas frutas poseen un efecto diurético beneficioso, favorece la eliminación de ácido úrico y sus sales, hipertensión arterial u otras enfermedades asociadas a retención de líquidos. (Alimentación Consumer.es Eroski guía práctica; 2008).

#### **2.2.4. Variedad Criolla Negra**

La variedad Criolla Negra corresponde a un híbrido nativo entre las variedades *Vitis Vinífera* y *Vitis Caribaea* (figura 2.2.); cultivada en la estación experimental de Tarabana en Cabudare estado Lara, bajo el sistema de parral (figura 2.3.), con un clima de escasa nubosidad, alta insolación que alcanza hasta 6,5 horas diarias y poca lluviosidad, con un promedio de precipitación anual de 585 mm.



**Figura 2.2.** Variedad Criolla negra



**Figura 2.3.** Sistema de Parral empleado en Tarabana estado Lara

Este híbrido es utilizado para la elaboración de sangrías y también como portainjertos para las otras variedades cultivadas en la estación experimental del instituto de la uva, en El Tocuyo estado Lara. Entre las variedades de vid para vinos que se pueden encontrar en el instituto se pueden mencionar Chenin Blanc, Villanueva, Sauvignon Blanc y Syrah, cultivadas bajo el sistema de parral y espaldera vertical (figura 2.4.). Para la investigación se utiliza el orujo proveniente del prensado de la variedad criolla negra obtenida de la cosecha del mes de noviembre del 2006. La uva criolla negra mide aproximadamente 1 cm y posee un promedio de cuatro semillas por bayas, el racimo es piramidal y muy suelto. (Valor, O.; 2008).



**Figura 2.4.** Sistema de Espaldera vertical empleado en El Tocuyo estado Lara

### 2.2.5. Orujo de uva

El orujo de uva es un subproducto que se obtiene del proceso de vinificación, el cual consiste en someter al fruto a un proceso de extracción del jugo, que junto con la pulpa y cascarilla se depositan en tanques de fermentación. Posteriormente se separa el jugo fermentado de toda la materia sólida que lo acompaña y por un lado se obtiene el jugo que pasa a destilación y por otro el orujo de uva; el cual está constituido en peso por un 45 % de cascarilla u hollejo, 30 % de semillas y 25 % de palillos. Se estima que el orujo constituye el 12 % del peso de la uva fresca y presenta un contenido de humedad del 65 %. (*Fantozzi, P. y Betschart, A.; 1981*).

Una vía alternativa de aprovechamiento industrial del mismo consiste en la extracción del aceite contenido en las granillas o semillas de uva, ésta actividad se realiza ya en la actualidad en una forma muy limitada. Estudios realizados demuestran que independientemente de la variedad de uva utilizada el aceite extraído posee buenas cualidades organolépticas y fisicoquímicas para el consumo del hombre. (*Rubio M. y col.; 2007*).

### 2.2.6. Métodos de extracción de aceites

Los procesos de extracciones más comunes son los prensados en frío y las extracciones con solvente. Actualmente el disolvente más usado es el n-hexano, sin embargo, existe gran variedad de técnicas de extracción las cuales se describen a continuación:

- ◆ Extracción acuosa: se basa en la insolubilidad del aceite en agua. Ésta técnica es poco usada en las industrias.
- ◆ Extracción por prensado: la cual se basa en aplicar presión mecánicamente a la materia prima para remover el aceite.

- ◆ Extracción por solvente con hidrocarburos derivados del petróleo (n-pentano, n-hexano, n-heptano, benceno, etc.): de estos hidrocarburos el más usado es el n-hexano. Éste proceso consiste en un contacto del disolvente con la materia prima sólida arrastrando el aceite vegetal contenido en ella, se basa en el proceso de lixiviación.
- ◆ Extracción por empleo de alcoholes y mezcla de alcoholes (metanol, etanol, propanol, iso-propanol, butanol e iso-butanol), aldehídos y cetonas (acetato de metilo y etilo), mezcla de solventes (acetona – n-hexano – agua, etanol – n-hexano, etc.).
- ◆ Extracción con gases licuados y fluidos supercríticos: la extracción se puede efectuar con dióxido de carbono en estado supercrítico; permite obtener un aceite bajo de fosfolípidos y sirve para recuperar aceites esenciales presentes que son de interés químico. (*Mafart P. y Béliard E.; 1994*)

### 2.2.7. Extracción por solvente en equipo SOXHLET

La sustancia sólida se introduce en un cartucho poroso generalmente hecho con papel de filtro llamado dedal el cual permite que el solvente entre y salga reteniendo el sólido. El dedal se coloca dentro del recipiente B (ver Figura 2.5.). Se acopla un balón C a dicho recipiente donde se coloca el volumen de solvente que se utilizará en la extracción. Por el extremo superior del recipiente B, se coloca un condensador D. El solvente se calienta, los vapores ascienden por el tubo E, condensan en el refrigerante D y caen dentro del recipiente B impregnando al sólido que se encuentra en el dedal A. El recipiente B se va llenando lentamente de líquido hasta que llega al tope del tubo F y se descarga dentro del balón C por efecto sifón, llevando consigo a la sustancia extraída. El proceso se repite automáticamente hasta que la extracción se completa. El solvente de extracción se evapora, recuperando así a la sustancia deseada. (S/A, disponible en [www.es.wikipedia.org](http://www.es.wikipedia.org); 2008).

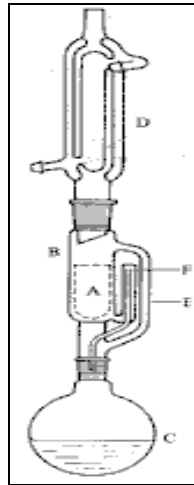


Figura 2.5. Equipo de extracción tipo Soxhlet

### 2.2.8. Factores que influyen en la eficacia del proceso de extracción

➤ **Naturaleza del solvente:** los cuerpos grasos son insolubles en agua de modo que la industria aceitera se diferencia de las demás industrias alimenticias por que emplea disolventes orgánicos. Para seleccionar el solvente se deben tener en cuenta los siguientes aspectos: el punto de ebullición, propiedades calóricas, presión de vapor y volatilidad. La inmiscibilidad con algún líquido presente en el sólido. El costo, toxicidad, flamabilidad y propiedades corrosivas. La viscosidad y la densidad del solvente y la miscela (solución soluto-solvente). El punto de ebullición, propiedades calóricas y presión de vapor de la solución soluto-solvente.

➤ **Temperatura:** por lo general, la velocidad de extracción es incrementado con un aumento en la temperatura. Las temperaturas elevadas dan lugar a una mayor solubilidad del soluto en el solvente y en consecuencia, es posible lograr concentraciones finales más altas en el líquido lixiviado; también mayores difusividades y menor viscosidad del líquido; los procesos que dependen de una reacción química son grandemente mejorados. En el caso de la extracción de algunos productos naturales, la temperatura demasiado elevada, pueden conducir al deterioro químico del sólido o lixiviar cantidades de sólidos indeseables.

➤ **Tamaño de la partícula:** el diámetro de las partículas es significativo puesto que es una función directa del área de superficie total que será importante para cada reacción o difusión. Esto es de gran importancia en materiales celulares de extracción, dentro de los cuales se encuentran los productos naturales a lixiviar, ya que si permanecen las paredes de las células expuestas a un solvente adecuado, la acción lixivante implica un pasaje osmótico del soluto a través de éstas, lo que puede ser un proceso lento. Por esto, es necesario la molienda del material hasta un tamaño suficientemente pequeño como para liberar los contenidos de las células individuales, lo que incrementa el número de células extractadas.

➤ **Tiempo de contacto:** el tiempo de extracción requerido para un diámetro de partícula específico, una alimentación y un solvente adecuado se debe estimar para alcanzar las mejores condiciones del proceso de extracción. Para ciertos tipos de problemas las pruebas de rutina, son diseñadas para conocer la influencia de la combinación de estas variables y así saber su efecto sobre el mejoramiento de la extracción sólido-líquido. (*Robert Treybal; 1980*).

### 2.2.9. Diseño de experimentos

Un experimento diseñado, es una prueba o serie de pruebas en las cuales se inducen cambios deliberados en las variables de entrada de un sistema o proceso, de manera que sea posible observar e identificar las causas de los cambios en la respuesta de salida. El diseño estadístico de experimentos es el proceso de planear un experimento para obtener datos apropiados, que puedan ser analizados mediante métodos estadísticos, con el objeto de producir conclusiones válidas y objetivas.

En la actualidad, el diseño de experimentos es una de las herramientas más importantes dentro del marco de la iniciativa Seis Sigma. Aporta una metodología para reducir la variabilidad propia de las características de calidad de los productos. El diseño de experimentos se basa, fundamentalmente, en la experimentación. La metodología comienza determinando los factores o las variables más relevantes que

influyen sobre las características de calidad de un producto o servicio para, posteriormente, realizar con ellos diferentes experimentos, variando los valores según una frecuencia predeterminada. (De la Vara, 2004).

### 2.2.10. Terminología específica en el Diseño de experimentos

➤ **Factor:** variable cuya influencia se considera significativa sobre la respuesta. Se debe analizar cuáles son los factores clave que influyen en la respuesta para incorporarlos en los diferentes experimentos.

➤ **Respuesta:** variable cuyo valor viene determinado por una combinación predeterminada de factores con unos niveles establecidos. A ésta combinación se le denomina experimento.

➤ **Nivel:** valores que toman los factores en los distintos experimentos. Se toman dos o tres niveles por factor, según se prevea una respuesta lineal o cuadrática. Se codifican utilizando +1 para el mayor, 0 para el central (solo en tres niveles) y -1 para el menor.

➤ **Matriz:** conjunto de niveles codificados de los distintos factores que se usarán en la serie de experimentos. Existen dos tipos de matrices para efectuar un diseño de experimentos: los métodos clásicos debidos a Fisher, Yates, Box y Hunter, entre otros y las matrices e ideas de Taguchi.

➤ **Repeticiones:** indica el número de veces que se repite un mismo experimento con el mismo valor para cada factor.

➤ **Efecto:** valor numérico que cuantifica la influencia que tiene un determinado factor sobre la respuesta.



- **Interacción:** evalúa el grado de dependencia que puedan tener dos o más factores entre sí. Determinará si el efecto combinado de dos o más factores afecta o no a la respuesta.
- **Ruido:** se denomina ruido, según Taguchi, a todas aquellas características que provocaría variación de la respuesta respecto a un valor objetivo.
- **Robustez:** insensibilidad de la respuesta frente al ruido. (*De la Vara, 2004*).

### 2.2.11. Diseño factorial

Los diseños factoriales son los más adecuados y eficientes para llevar a cabo el estudio de los efectos producidos por dos o más factores sobre una función respuesta. A través del diseño factorial se investigan todas las posibles combinaciones de los niveles y de los factores en cada ensayo completo o réplica del experimento.

El efecto de un factor se define como el cambio en la respuesta producido por un cambio en el nivel del factor. Con frecuencia, éste se conoce como efecto principal porque se refiere a los factores de interés primordial del experimento. Por ejemplo si se consideran los datos de la tabla 2.1. se tiene que:

**TABLA 2.1.**  
**EXPERIMENTO FACTORIAL SIN INTERACCIÓN**

		Factor B	
		B1	B2
Factor A	A1	20	30
	A2	40	52

El efecto principal del factor A podría interpretarse como la diferencia entre la respuesta promedio en el primero y segundo nivel de este factor. Numéricamente,

$$A = \frac{40 + 52}{2} - \frac{20 + 30}{2} = 21$$

De manera incremental el factor A del nivel 1 al 2 produce un cambio en la respuesta de 21 unidades. Similarmente el efecto principal de B es,

$$A = \frac{30 + 52}{2} - \frac{20 + 40}{2} = 11$$

En algunos experimentos puede observarse que la diferencia en la respuesta entre los niveles de un factor no es la misma en todos los niveles de los otros factores. Cuando esto ocurre existe una interacción entre los factores. Por ejemplo, considerando la tabla 2.2, para el primer nivel del factor B el efecto de A es

$$A = 50 - 20 = 30$$

Mientras que en el segundo nivel de B, el efecto de A es

$$A = 12 - 40 = -28$$

**TABLA 2.2.**  
**EXPERIMENTO FACTORIAL CON INTERACCIÓN**

		Factor B	
		B1	B2
Factor A	A1	20	40
	A2	50	12

De ésta manera puede observarse una interacción entre los factores ya que el efecto que tiene A en la función respuesta depende del nivel elegido para el factor B. Los diseños factoriales son necesarios cuando alguna interacción puede estar presente, con el propósito de evitar hacer conclusiones que son engañosas.

Los diseños factoriales permiten estimar los efectos de un factor en diversos niveles de los otros factores, produciendo conclusiones que son validas sobre todas las extensiones de las condiciones experimentales. (*Montgomery D.; 1990*).

### **2.2.12. Aceite de la semilla de uva**

El aceite se obtiene a partir de las semillas de uva mediante presión o extracción. Es un tipo de aceite muy rico en ácidos grasos. Contienen 8 % de grasas saturadas, fundamentalmente ácidos palmítico y esteárico, un 15,3 % de grasas monoinsaturadas principalmente ácido oleico y un 69,9 % de grasas poliinsaturadas, especialmente ácido linoleico.

Una de las ventajas que produce el consumo de aceite de la semilla de uva es la capacidad que tiene para disminuir el nivel de colesterol “malo” (LDL) y triglicéridos y aumentar el colesterol “bueno” (HDL), esto es atribuido al alto contenido de ácido linoleico, conocido como Omega 6, el cual es uno de los dos ácidos grasos esenciales. Igualmente se ha comprobado que reduce la agregación plaquetaria, ayuda a prevenir la hipertensión causada por el exceso de sodio, ayuda a normalizar las lesiones causadas por la diabetes y la obesidad.

Dentro de los compuestos activos de la semilla de uva se pueden encontrar abundantes polímeros derivados de catequina y epicatequina, denominados procianidinas. Estos compuestos tienen un gran valor farmacéutico por su actividad antioxidante, muy adecuada para el cuidado y conservación de la piel. (*Guerra E. y Zúñiga M.; 2003*).

### **2.2.13. Análisis físicos y químicos de las grasas**

Existe un gran número de análisis para evaluar las características físicas y químicas de las grasas, los resultados de estos análisis ofrecen mucha información sobre la naturaleza, el origen y el posible comportamiento de la grasa en diferentes condiciones de almacenamiento y procesamiento.

- **Índice de acidez:** es el número de miligramos de hidróxido de potasio (KOH) necesarios para saponificar los ácidos grasos libres de una grasa y se expresa generalmente como porcentaje de ácidos grasos calculados en términos del ácido oleico.
  
- **Índice de saponificación:** es el peso en miligramos de KOH que se requiere para saponificar completamente 1 gramo de sustancia grasa. Este índice es inversamente proporcional al peso molecular promedio de los ácidos grasos.
  
- **Índice de yodo:** es el número de gramos de yodo que reaccionan con 1 gramo de grasa y es una medida del promedio de insaturaciones que contienen los aceites y las grasas, es utilizado en la industria para conocer el número de insaturaciones antes de su hidrogenación.
  
- **Índice de color:** el método consiste en combinar filtros de color hasta lograr el color que más se asemeje a la muestra problema. Determina el color igualando el color de la luz transmitida. A través de una profundidad específica de aceite, con el color que se origina en la misma fuente transmitida a través de estándares de color.
  
- **Índice de peróxidos:** éste índice se basa en la capacidad de los peróxidos, productos de la oxidación de las grasas, de oxidar el ión yoduro del KOH y producir yodo, representa el nivel de oxidación que ha sufrido el aceite por estar en contacto con las condiciones ambientales y/o de almacenamiento.
  
- **Perfil de ácidos grasos:** con este método se determina la composición de ácidos grasos, de grasas y aceites vegetales sin hidrogenar o hidrogenados, por cromatografía de gas-líquido (CGL). (*Badui S.; 2006*).

#### 2.2.14. Ácidos grasos

Los ácidos grasos son ácidos orgánicos monoenoicos, que se encuentran presentes en las grasas, raramente libres, y casi siempre esterificando al glicerol y eventualmente a otros alcoholes.

Son generalmente de cadena lineal y tienen un número par de átomos de carbono. La razón de esto es que en el metabolismo de los eucariotas, las cadenas de ácido graso se sintetizan y se degradan mediante la adición o eliminación de unidades de acetato. No obstante, hay excepciones, ya que se encuentran ácidos grasos de número impar de átomos de carbono en la leche y grasa de los rumiantes, procedentes del metabolismo bacteriano del rumen, y también en algunos lípidos de vegetales, que no son utilizados comúnmente para la obtención de aceites.

Los ácidos grasos como tales (ácidos grasos libres) son poco frecuentes en los alimentos, y además son generalmente producto de la alteración lipolítica. Sin embargo, son constituyentes fundamentales de la gran mayoría de los lípidos, hasta el punto de que su presencia es casi definitoria de esta clase de sustancias.

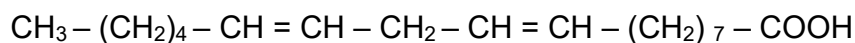
➤ **Ácidos grasos saturados:** la longitud de la cadena va desde los cuatro carbonos del ácido butírico a los 35 del ácido ceroplástico. Si se considera un ácido graso al butírico y no al acético, es porque el primero es relativamente abundante en la grasa de la leche, mientras que el segundo no se encuentra en ninguna grasa natural conocida. Los ácidos grasos saturados más comunes son los de 14, 16 y 18 átomos de carbono. Dada su estructura, los ácidos grasos saturados son sustancias extremadamente estables desde el punto de vista químico.

➤ **Ácidos grasos insaturados:** los ácidos grasos insaturados tienen en la cadena dobles enlaces, en un número que va de 1 a 6. Los que tienen una sola insaturación se llaman monoinsaturados, quedando para el resto el término de poliinsaturados, aunque evidentemente también puede hablarse de diinsaturados, triinsaturados, etc. En los ácidos grasos habituales, es decir, en la inmensa mayoría de los procedentes del

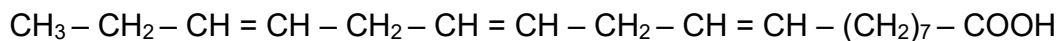
metabolismo eucariota que no han sufrido un procesado o alteración químicos, los dobles enlaces están siempre en la configuración *cis*.

➤ **Ácidos grasos poliinsaturados:** los ácidos grasos poliinsaturados más frecuentes pertenecen a las series n-6 y n-3, que tienen como cabezas respectivas al ácido linoleico (18:2 n-6) y al linolénico (18:3 n-3). Estos dos ácidos grasos son esenciales, es decir, no pueden sintetizarse en el organismo, y deben obtenerse de la dieta. Todos los demás ácidos grasos de sus series sí pueden obtenerse a partir de ellos. (Calvo M.; 2006).

**Ácido linoleico:**



**Ácido linolénico:**



### 2.2.15. Cromatografía de gases

Es una técnica en la que la muestra se volatiliza y se inyecta en la cabeza de una columna cromatográfica. La elusión se produce por el flujo de una fase móvil de gas inerte. A diferencia de los otros tipos de cromatografía, la fase móvil no interacciona con las moléculas del analito; su única función es la de transportar el analito a través de la columna. Existen dos tipos de cromatografías de gases (GC): la cromatografía gas-sólido (GSC) y la cromatografía gas-líquido (GLC). En la GSC la fase estacionaria es sólida y la retención de los analitos se produce mediante el proceso de absorción. En la GLC, la fase estacionaria es líquida y los analitos se separan mediante reparto. En ambas técnicas, el desplazamiento de la fase móvil se realiza mediante presión constante.

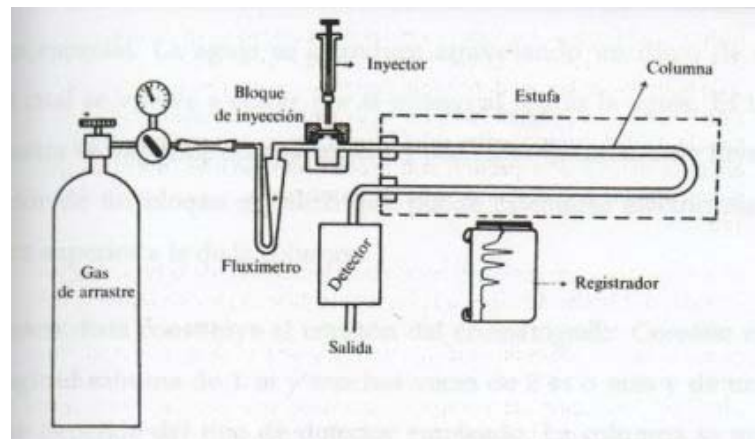
### 2.2.16. Componentes de un cromatógrafo de gases

Los constituyentes básicos de un sistema cromatográfico son:

- **Gas portador.** Cumple básicamente dos propósitos: transportar los componentes de la muestra y crear una matriz adecuada para el detector. El gas portador debe ser inerte para evitar interacciones y capaz de minimizar la difusión gaseosa, además de esto debe ser económico, seco y puro.
  
- **Sistema de introducción de la muestra (Inyectores).** Se trata de una pieza de metal conectada a la columna cromatográfica y a la alimentación del gas de arrastre. Esta pieza contiene un orificio con un septo, generalmente de caucho de silicona, por la cual las muestras líquidas o gaseosas pueden inyectarse con micro-jeringas.
  
- **Columna cromatográfica.** En la cromatografía de gases se emplean dos tipos de columna: las empaquetadas o de relleno y las tubulares abiertas o capilares. La longitud de estas columnas es variable, de 2 a 50 metros y están contraídas en acero inoxidable, vidrio, sílice fundida o teflón. Debido a su longitud y a la necesidad de ser introducida en un horno, las columnas suelen enrollarse en una forma helicoidal con diámetro de 10 a 30 cm, dependiendo del tamaño del horno. Es donde ocurre la separación.
  
- **Detector.** Es un dispositivo para revelar la presencia de las sustancias eluidas a la salida de la columna cromatográfica. Es un dispositivo capaz de convertir una propiedad física no medible directamente en una señal elaborable y ofrecernos información sobre la naturaleza y la magnitud de la propiedad física. Funciona comparando una propiedad física entre el gas portador puro y el mismo gas portador llevando cada uno de los componentes que previamente se han separado en la columna, esta acción se traduce en una señal tipo eléctrica que posteriormente se amplificara mediante un registrador gráfico permitiendo indicar el momento que salen de la columna los componentes.

### 2.2.17. Cromatograma

Es la representación gráfica de la respuesta del detector en función del tiempo, volumen de eluyente o distancia en el lecho cromatográfico. Proporciona información analítica relativa a la muestra y el funcionamiento del sistema cromatográfico. En la figura 2.6. se muestra los componentes de un cromatógrafo de gases. (Pinto L.; 2007).



**Figura 2.6.** Componentes de un cromatógrafo de gases

### 2.2.18. Enranciamiento

Los aceites y las grasas son susceptibles de enranciarse o descomponerse, los mecanismos de la rancidez han sido ampliamente estudiados y existen al menos tres vías más comunes de enranciarse:

1. Activación de radicales libres y peroxidación.
2. Hidrólisis por la presencia de agua.
3. Por medio de microorganismos.

En el primer caso, la activación se inicia por el calor, los radicales que se generan inducen a una absorción de oxígeno del ambiente para formar pre-peróxidos y luego peróxidos propiamente como tal. En este estado el aceite se viscosa y se torna venenoso pues su ingestión provoca malestares gastrointestinales graves. Las



peroxidaciones muy intensas conducen a un aceite de características organolépticas rechazables.

En el segundo caso, el agua provoca la hidrólisis de los radicales grasos y se restituyen algunas moléculas de ácido original. Esto trae como consecuencia una cadena de reacciones que hacen que el aceite tome un olor y sabor astringente y desagradable.

En el tercer caso, los enlaces alfa de los radicales grasos son atacados por enzimas de hongos y bacterias que secretan lipasas generando una degradación del triglicérido. El olor repulsivo es característico de este mecanismo degradatorio. Un aceite se considera rancio e inestable cuando su índice de peróxido supera los 5 mequivalentes. Se le adiciona al aceite colorantes naturales tales como el betacaroteno y antioxidantes para su preservación. (S/A, disponible en [www.es.wikipedia.org](http://www.es.wikipedia.org); 2008).

### 2.2.19. Etapas de oxidación de aceites

➤ **Reacciones de iniciación:** éstas reacciones dan origen a radicales libres a partir de ácidos grasos insaturados, estos radicales intervienen en varias reacciones y se forman a partir de un ataque por el oxígeno favorecida por catalizadores como el calor. En el transcurso de las reacciones se forman una gran variedad de peróxidos lipídicos, estos peróxidos se rompen en varias etapas, dando origen a una amplia variedad de productos de descomposición como aldehídos, cetonas, furanos, ácidos. Estos compuestos también pueden experimentar oxidaciones posteriores contribuyendo a formar nuevos radicales libres.

➤ **Reacciones de propagación:** durante esta fase los peróxidos formados pueden actuar sobre las proteínas y las vitaminas que están presentes en el alimento produciendo oxidaciones, rupturas o polimerizaciones con el siguiente deterioro del valor nutricional. Los peróxidos formados dan origen a características organolépticas desagradables.

➤ **Paralización:** se trata de la fase final de descomposición de peróxidos en diferentes compuestos que incrementan el deterioro del lípido y la presencia de características molestas. Desde el punto de vista práctico, los aldehídos que se forman son los responsables del olor y el sabor a rancio. (*Larrañaga, I. y otros; 1997*).

### 2.2.20. Refinación de los aceites

Los aceites crudos son almacenados en grandes tanques de acero inoxidable, naturalmente estos aceites contienen tocoferoles, gomas y otros antioxidantes naturales. Pero el grado de acidez libre que presenta unido a aquellas sustancias naturales como aldehídos, alquenos (C2:1), butenos, pentenos, lo hacen poco comestible y es necesario refinarlos.

➤ **Neutralización:** la refinación comienza con la neutralización de la acidez libre de la materia prima que se realiza en unas lavadoras centrifugadoras donde se añade ácido fosfórico e hidróxido de sodio. El ácido fosfórico retira las gomas del aceite y el hidróxido de sodio neutraliza la acidez libre.

➤ **Desodorización:** luego, el aceite neutralizado y desgomado es conducido a las torres de desodorización donde caen por gravedad en medio de bandejas sometidas a alta temperatura, aquellas sustancias volátiles y aldehídos emigran del cuerpo del aceite y son condensados para su disposición final.

El aceite desodorizado contiene menos de 0,5 miliequivalentes de peróxido, una acidez inferior a 0,01 % de ácido oleico (expresado) y un sabor a nueces muy agradable, pero el aceite tiene un color muy parecido al agua. (*S/A, disponible en [www.es.wikipedia.org](http://www.es.wikipedia.org); 2008*).

### 2.2.21. Análisis proximal o elemental de los alimentos

➤ **Agua:** todos los alimentos contienen agua en mayor o en menor proporción y el hecho de conocer este contenido y poder modificarlo tiene aplicaciones inmediatas:

saber cual es la composición centesimal del producto, controlar las materias primas a nivel industrial y facilitar su elaboración, prolongar su conservación impidiendo el desarrollo de microorganismos, mantener su textura y consistencia, y finalmente frenar los intentos de fraudes y adulteración si el producto no cumple los límites fijados. Se emplean principalmente métodos de secado, de destilación, métodos químicos y métodos instrumentales. Dentro de los métodos de secado se pueden mencionar el secado por calor hasta obtener un peso constante de la muestra, lo que indica la eliminación total del agua y por deshidratación con agentes deshidratantes a temperatura ambiente y con o sin ayuda del vacío.

➤ **Cenizas:** es el residuo inorgánico que queda tras eliminar totalmente los compuestos orgánicos existentes en la muestra. Se determina incinerando la muestra en la mufla hasta obtener cenizas de color blanco.

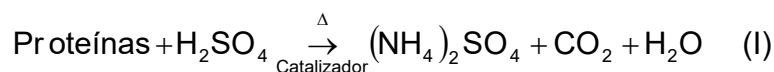
➤ **Fibra cruda:** es el material procedente de las células vegetales constituido, básicamente, por polisacáridos y lignina, que no puede ser digerido en el tracto gastrointestinal, está formada por celulosa, proporciones variables de polisacáridos no celulósicos y lignina. El método consiste en determinar el residuo orgánico lavado y seco que resulta después de hervir la muestra sucesivamente con ácido y álcali partiendo de la muestra desengrasada.

➤ **Grasa cruda:** con éste procedimiento se logra identificar la materia capaz de disolverse en solventes orgánicos muy eficaces para la grasa. Existen sustancias que se extraen de forma simultánea con la grasa verdadera, como es el caso de algunos colorantes y que no pertenecen a éste grupo funcional. Los procedimientos pueden ser la extracción directa mediante un disolvente; la extracción indirecta tras un tratamiento con un álcali o un ácido; la medida del volumen de grasa separado por centrifugado de una mezcla de la muestra con reactivos ácidos, alcalinos o neutro; y la medida de cambio en el índice de refracción o en el peso específico por variación de la concentración de grasa en la disolución.

➤ **Nitrógeno y proteína cruda:** las proteínas son sustancias orgánicas nitrogenadas complejas que se encuentran en las células de todos los animales y plantas. Están íntimamente relacionadas con todas las fases de la actividad física y químicas que constituye la vida de las células ya que todas las enzimas y catalizadores biológicos son proteínas. (*Larrañaga, I. y otros; 1997*).

### 2.2.22. Método Kjeldahl

➤ **Digestión:** fundamentado en la presencia de nitrógeno en las proteínas y otros compuestos orgánicos, se descompone la muestra en ácido sulfúrico en caliente para convertir el nitrógeno combinado en ión amonio, éste proceso ocurre en presencia de un catalizador en pastilla formado por una mezcla de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ), sulfato de potasio ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) y selenio, según la siguiente reacción:



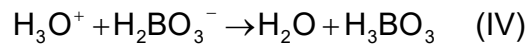
➤ **Destilación:** la solución resultante se enfría, se diluye y se alcaliniza con hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ), el amoníaco liberado se separa por destilación.



➤ **Fijación:** el amoníaco destilado se recoge en una solución de ácido bórico:



➤ **Cuantificación:** por último el nitrógeno total orgánico se cuantifica por titulación de los aniones de borato con ácido clorhídrico estandarizado. (*Manrique, J. y Callata, M.; 2005*).



### 2.2.23. Fibra detergente neutro

El método de fibra detergente neutro usa una extracción química con una solución detergente neutra bajo reflujo seguido por la determinación gravimétrica del residuo de fibra; representa la fibra estructural, la cual es solo parcialmente digerible. Se utiliza para disolver proteínas, lípidos, azúcares almidones y pectinas fácilmente digeribles en los alimentos, dejando un residuo fibroso que consiste principalmente en componentes de la pared celular de las plantas (celulosa, hemicelulosa y lignina) y nitrógeno indigerible en productos para animales. (Segura, F. y col.; 2007).

### 2.2.24. Evaluación sensorial de los alimentos

La industria de alimentos constantemente desarrolla nuevos productos para el consumo masivo, el éxito o no de estos productos tiene que ver con la forma como los alimentos lucen, huelen, saben y se sienten. De allí deriva el importante uso de los métodos de evaluación sensorial de los alimentos ya que permiten determinar la aceptabilidad y calidad de los mismos. Estos métodos de evaluación se llevan a cabo de una manera científica, utilizando los sentidos de un panel de evaluación sensorial que está integrado por un grupo de personas que analizan diferentes propiedades de los alimentos.

El plan para una evaluación sensorial debe incluir los siguientes aspectos:

- Definición de los objetivos de la prueba sensorial.
- Elaboración de las fichas a usar para el registro de las respuestas de los panelistas.
- Selección, adiestramiento y conducción del panel sensorial.

- Aspectos de interés en la presentación de las muestras que serán evaluadas: información sobre la variedad y el tratamiento, temperatura de las muestras, uniformidad de las muestras, número de muestras, tamaño, codificación.
- Selección del tipo de prueba (prueba de diferencia o de preferencia).

Dentro de las pruebas de diferencia se pueden mencionar: muestra simple, comparación de pares, prueba de dúo-trío, prueba de triangulo, prueba de rango, prueba de puntos o calificación, prueba de perfil, prueba de umbral. A través de las pruebas de preferencia se pretende determinar la preferencia y la aceptación o selección de una de las muestras. Algunas pruebas son conducidas a escala nacional, con ciertos fines por empresas especializadas y se requiere mayor número de personas. (Mackey A.; 1984)

#### **2.2.25. Prueba de rango**

Esta es una prueba que se puede utilizar cuando se presentan una serie muestras a los panelistas. Los catadores deben colocar la muestra en orden decreciente para cada característica. Para esta prueba hay que tener en cuenta que el panelista no se confunda y marque dos muestras en una misma casilla. Para la tabulación de las respuestas el personal del laboratorio asigna un número a cada punto de la escala, se suman los números para cada muestra y para cada característica y los totales se llaman rangos totales. Para determinar las diferencias significativas, los totales son comparados en una tabla de rangos. El número de tratamientos o muestras es comparado con el número de panelistas y así se encuentran dos valores en la tabla. Estos valores son el más bajo y el más alto valor de totales no significativos. Los valores que se encuentren fuera de este rango son significativos. (Mackey A.; 1984).

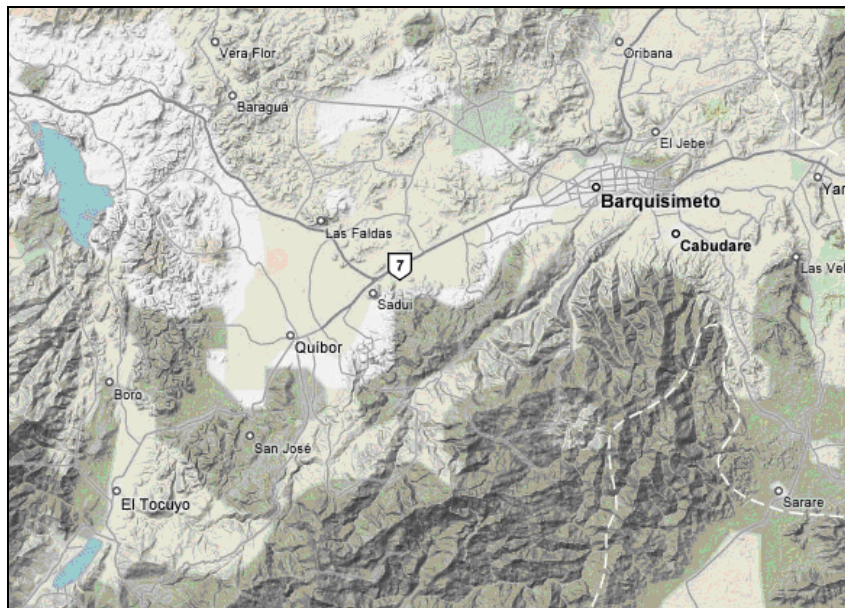
### III. MARCO METODOLÓGICO

En éste capítulo se describe la metodología utilizada para alcanzar los objetivos propuestos en éste Trabajo Especial de Grado.

#### 3.1.DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LOS COMPONENTES RESIDUALES PROVENIENTES DEL PROCESO DE VINIFICACIÓN.

##### 3.1.1. Obtención del orujo de uva

La materia prima utilizada es el subproducto proveniente del proceso de vinificación que se llevó a cabo en el Instituto Nacional de la Uva, Tocuyo - Estado Lara, en la cosecha del mes de noviembre del año 2006. El fruto utilizado correspondió a un híbrido entre las variedades *Vitis Vinífera* y *Vitis Caribaea*. La variedad se cosecha en la plantación de Tarabana, en Cabudare estado Lara (Ver figura 3.1.). El sistema de plantación es en forma de parral, con un clima cálido, de alta luminosidad y poca lluviosidad.



**Figura 3.1.** Localización de las poblaciones de *El Tocuyo* y *Cabudare* en el estado Lara

Se recolectó un total de 15 kg de orujo, cumpliendo con las normas adecuadas de higiene, luego fue enviado al Laboratorio de Alimentos de la Escuela de Ingeniería Química en la Universidad de Carabobo por vía terrestre. En el Laboratorio, el orujo fue almacenado a una temperatura aproximada de 4 °C por tres meses.

### 3.1.2. Separación de los componentes del orujo de uva

Del total del orujo almacenado, se separaron los restos de hollejo o piel, la semilla y los tallos de forma manual, manipulándose la muestra con guantes de látex, lográndose de esta manera separar cada uno de los constituyentes de la muestra.

### 3.1.3. Determinación de la composición másica porcentual de los componentes del orujo de uva

Éste procedimiento se llevó a cabo mediante un análisis gravimétrico el cual consistió en tarar la balanza y pesar la masa de uno de los componentes del orujo de uva, repitiendo éste procedimiento para todos los componentes; se registraron los datos en la tabla 3.1. y se hizo uso de la ecuación 1:

$$X_i = \frac{m_i}{m_T} * 100 \quad (1)$$

Donde:

$X_i$ : composición porcentual de cada componente (%).

$m_i$ : masa de cada componente (kg).

$m_T$ : masa total del orujo de uva (kg).

**TABLA 3.1.**  
**CARACTERIZACIÓN MÁSCICA DE LOS COMPONENTES DEL ORUJO DE UVA**

Cascarilla ( $C_{as} \pm 0,0001$ ) kg	Semilla ( $S \pm 0,0001$ ) kg	Tallo ( $T \pm 0,0001$ ) kg



### 3.1.4. Caracterización másica de la semilla de uva

Para realizar la caracterización másica de la semilla de uva se utilizó una muestra aleatoria de 40 semillas que fueron pesadas en la balanza analítica **OHAUS Adventure** (Ver figura 3.2.). El proceso de pesado se realizó de manera similar a la actividad citada en el punto 3.1.3.



**Figura 3.2.** Balanza analítica **OHAUS Adventure**

### 3.1.5. Caracterización dimensional de la semilla de uva

Para obtener las dimensiones de las semillas de uva tomadas en la muestra aleatoria, se usó un vernier, el cual permitió determinar el ancho y el largo de la semilla. La tabla 3.2. se diseñó para la recolección de datos de la caracterización másica y dimensional de la muestra. Para tener un patrón de comparación se tomaron 10 muestras de semillas de uva comercial y se les determinó su peso, el largo y el ancho.

**TABLA 3.2.**

**CARACTERIZACIÓN MÁSCICA Y DIMENSIONAL DE LA SEMILLA DE UVA**

Número	Peso ( $P \pm 0,0001$ ) g	Largo ( $L \pm 0,003$ ) cm	Ancho ( $A \pm 0,003$ ) cm

### 3.1.6. Composición proximal de los componentes del orujo de uva

Para determinar el contenido de humedad, cenizas, grasa cruda, proteínas, fibra cruda y carbohidratos se empleó la metodología descrita en las normas COVENIN, las cuales se pueden apreciar en la tabla 3.3.:

**TABLA 3.3.**  
**MÉTODOS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS PROXIMAL DE LOS COMPONENTES DEL ORUJO DE UVA**

<b>Determinación</b>	<b>Norma Consultada</b>	<b>Alcance</b>
Humedad	COVENIN 1156:1979	Porcentaje de agua libre contenido en la muestra
Cenizas	COVENIN 1155:1979	Porcentaje de cenizas contenido en la muestra
Grasa Cruda	COVENIN 3218:1996	Porcentaje de grasa cruda contenido en la muestra
Proteínas	COVENIN 1195:1980	Porcentaje de proteínas contenido en la muestra
Fibra Cruda	COVENIN 1194:1979	Porcentaje de fibra no digerible contenido en la muestra
Carbohidratos	Por diferencia	Porcentaje de carbohidratos totales contenido en la muestra

### 3.2. EXTRACCIÓN DEL ACEITE CONTENIDO EN LA SEMILLA DE UVA.

Para el cumplimiento de éste objetivo se tomaron en cuenta las cuatro fases necesarias para la realización de un experimento las cuales son: planificación del experimento, diseño del experimento, conducción del experimento, obtención y análisis de resultados.

### **3.2.1. Planificación del experimento**

#### **3.2.1.1. Establecimiento del objetivo del experimento**

Se estableció como objetivo del experimento la obtención de aceite a través de la extracción sólido-líquido.

#### **3.2.1.2. Establecimiento de variables**

##### **A. Variables dependientes**

Se asumió como variable dependiente o función respuesta la masa de aceite obtenido a través de la cual puede determinarse el rendimiento de la extracción con respecto a la cantidad de materia prima alimentada al dedal de extracción.

##### **B. Variables independientes**

Se determinó que las variables que influyen en el proceso de extracción son las siguientes:

- Masa de semilla alimentada
- Reflujo de solvente
- Humedad de la semilla
- Tamaño de la partícula
- Tipo y volumen de solvente
- Tiempo de extracción

Debido a las condiciones de operación del equipo, no es posible controlar el reflujo de solvente, ya que el equipo empleado es a nivel de laboratorio. La humedad, el volumen y el tipo de solvente son fijados según la norma COVENIN 3218:1996.

### C. Factores de ruido externos

Un factor de ruido externo en el equipo Soxhlet era las condiciones ambientales, ya que afectan el proceso de extracción y no pueden ser controladas por el experimentador.

### D. Factores de ruido interno

Las condiciones de operación para los condensadores de cada uno de los Soxhlet no eran homogéneas, ya que el agua de enfriamiento poseía distintas temperaturas en las entradas y salidas de cada condensador debido a que cada equipo no contaba con una alimentación de agua independiente; por lo tanto siempre retiraba calor más rápidamente en el primer equipo disminuyendo ésta capacidad en los equipos subsiguientes lo cual se estableció como un factor de ruido interno.

## 3.2.2. Diseño del experimento

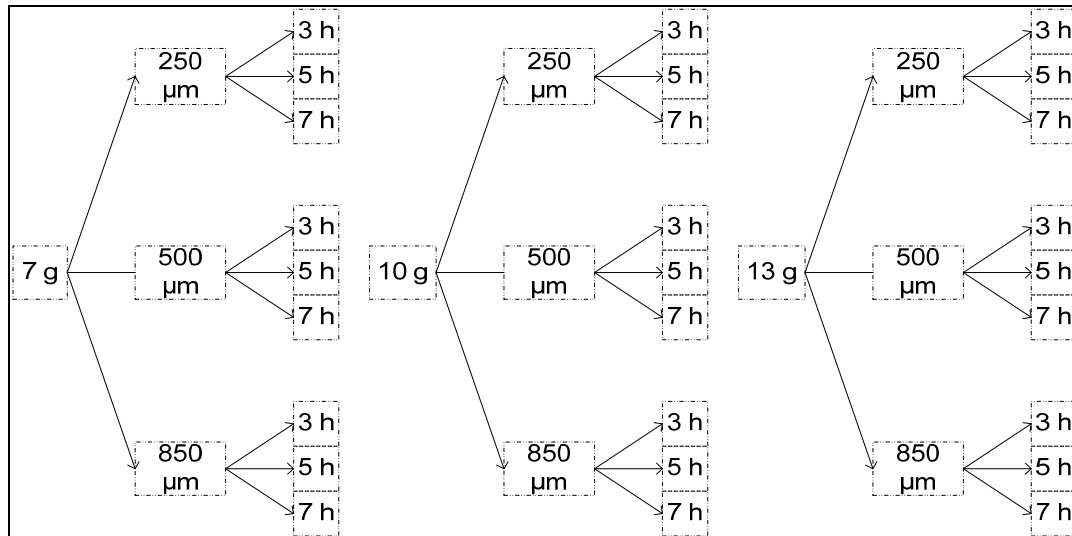
### 3.2.2.1. Selección de factores y niveles

De las variables independientes se seleccionó como factores del arreglo la masa de semilla alimentada, el tiempo de extracción y el tamaño de partícula; ya que son las que influyen directamente sobre el proceso de extracción.

#### **Para la selección de niveles se consideraron los siguientes aspectos:**

- Disponibilidad de materia: se asocia a la cantidad de semilla disponible y la cantidad máxima y mínima requerida por cada equipo para realizar la extracción.
- Efectividad del tamizado: indica la cantidad de materia prima que se logra reducir al tamaño de partícula deseado sin tener pérdidas elevadas de material.
- Tiempo: está asociado con la variabilidad en el rendimiento de la extracción, para lograr un proceso óptimo sin pérdidas de tiempo.

La distribución de los factores y niveles se aprecian en la figura 3.3.



**Figura 3.3.** Factores y niveles para la extracción con solvente en el equipo Soxhlet

### 3.2.2.2. Selección del tipo de arreglo a emplear

Se decidió analizar las variables independientes siguiendo un diseño factorial que permita observar no solo la influencia de cada una de ellas sobre el proceso, sino más bien las interacciones entre las mismas.

Para éste experimento se establecieron tres niveles para cada uno de los tres factores seleccionados; éste conjunto de experimentos se encuentra regido por un diseño multifactorial  $3^k$  de efectos cruzados, donde K representa los factores seleccionados y el 3 los niveles fijados para cada uno de ellos.

Se realizaron tres replicas para cada experimento de la extracción lo cual permite estimar errores y corroborar datos. En total se realizaron 27 experimentos.

### 3.2.3. Conducción del experimento

#### 3.2.3.1. Preparación de la materia prima

Para favorecer el proceso de extracción la semilla se colocó a la luz del sol durante 72 horas para la eliminación de la humedad, la molienda de la semilla se realizó mediante el uso de un molino mecánico del cual se obtienen diferentes tamaños de

partículas. Luego del secado y la reducción del tamaño de la semilla se procedió a realizar la selección de tamaños para la extracción usando una batería de tamices de la “U.S. Standard Sieve Series - A.S.T.M. Specifications”, los cuales se encontraban en el laboratorio de Materiales y Ensayo de la Escuela de Ingeniería Civil de la UC; el método consistió en tomar seis cedazos más un plato recolector y colocarlos en serie uno sobre el otro. El cedazo de mayor abertura se colocó en la parte superior y el resto de menor abertura se va colocando en forma descendente uno debajo del otro y por último el plato colector.

### 3.2.3.2. Diseño del instrumento de recolección de datos

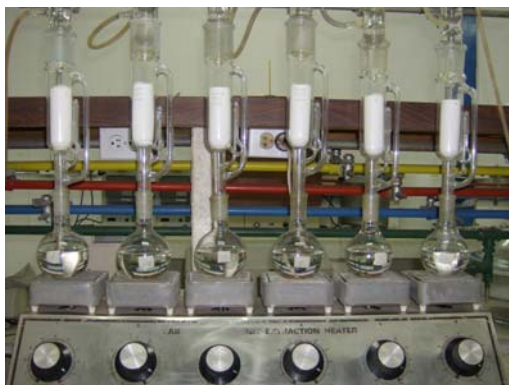
Para la toma de datos se diseñó la tabla 3.4., donde se recolectó las variables independientes para la realización de cada una de las corridas permitiendo así el cálculo de la variable respuesta.

**TABLA 3.4.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN LA DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA EXTRACCIÓN DE ACEITE**

Dedal	Tiempo de extracción ( $t \pm 0,5$ ) h	Masa en el dedal ( $m \pm 0,0001$ ) g	Tamaño de partícula ( $t_m \pm 0,5$ )	Masa inicial del balón ( $m_i \pm 0,0001$ ) g	Masa final del balón ( $m_f \pm 0,0001$ ) g
Presión ambiente: ( $\pm 0,05$ ) mmHg		Temperatura ambiente: ( $\pm 0,5$ ) °C			
Humedad relativa: ( $\pm 0,5$ ) %					

### 3.2.3.3. Extracción del aceite

Una vez establecido el diseño y elaborados los instrumentos de recolección de datos se procedió a la realización de las corridas experimentales para la obtención del aceite a partir del arreglo establecido con anterioridad. Dicha extracción se realizó en el equipo Soxhlet del Laboratorio de Alimentos, el cual se muestra en la figura 3.4.



**Figura 3.4.** Equipo Soxhlet del Laboratorio de Alimentos de Ingeniería Química

### 3.2.3.4. Recolección de datos

Durante la ejecución de las diferentes corridas experimentales se registró en la tabla 3.4. las variables independientes del proceso de extracción lo cual era necesario para la determinación de la variable dependiente en dicho proceso.

### 3.2.3.5. Obtención y análisis de resultados

Una vez concluidas las corridas experimentales, se calculó el rendimiento del proceso obtenido para cada una de las condiciones del arreglo empleado, para luego someter cada uno de estos resultados a un análisis estadístico. El cálculo del rendimiento del proceso de extracción se realizó mediante la ecuación 2:

$$R = \frac{m_{bll} - m_{bv}}{m_M} * 100 \quad (2)$$

Donde:

R: rendimiento del proceso de extracción (%).

$m_{bll}$ : masa del balón lleno de aceite (g).

$m_{bv}$ : masa del balón antes de la extracción (g).

$m_M$ : masa de semilla adicionada al dedal (g).

### 3.2.4. Determinación de las condiciones óptimas de extracción

#### 3.2.4.1. Análisis de varianza

El análisis sobre el efecto de cada uno de los factores y sus interacciones se basa en el estudio de la varianza. Éste análisis se realizó empleando el software estadístico MINITAB, versión 13.1 para Windows. Como primer paso, en el programa se creó el diseño factorial. Esto se realizó buscando el comando en la barra de herramientas y siguiendo la siguiente secuencia: STAT >> DOE >> FACTORIAL >> CREATE FACTORIAL DESIGN; tal como se muestra en la figura 3.5., al seleccionar la opción se desplegó una pantalla en la cual se definió el número de factores involucrados en el proceso y por último se especifican la cantidad de niveles y los valores numéricos de éstos por medio de los botones señalados (figura 3.6.),

Posteriormente se seleccionó la opción GENERAL FULL FACTORIAL DESIGN para que el programa cree la hoja de cálculo o worksheet en la cual se introdujeron los datos de la variable respuesta justo al lado de cada uno de los experimentos generados por el mismo programa (figura 3.7.).

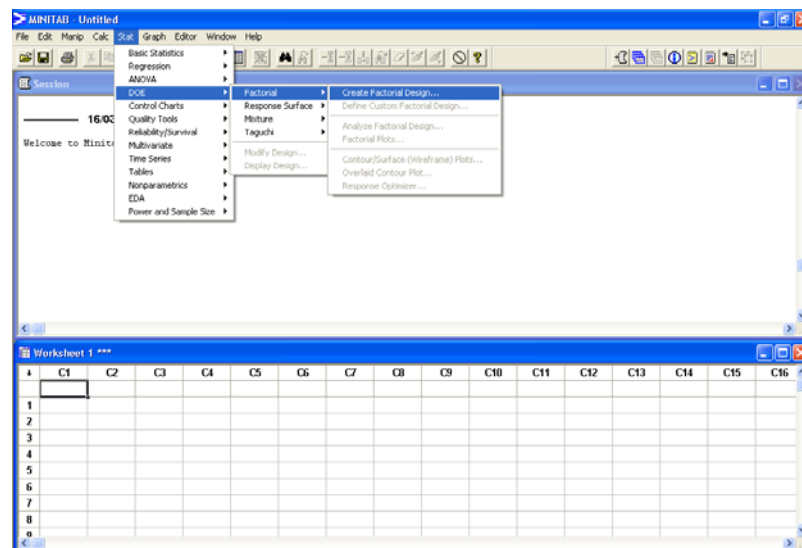


Figura 3.5. Ambiente del software estadístico MINITAB 13.1



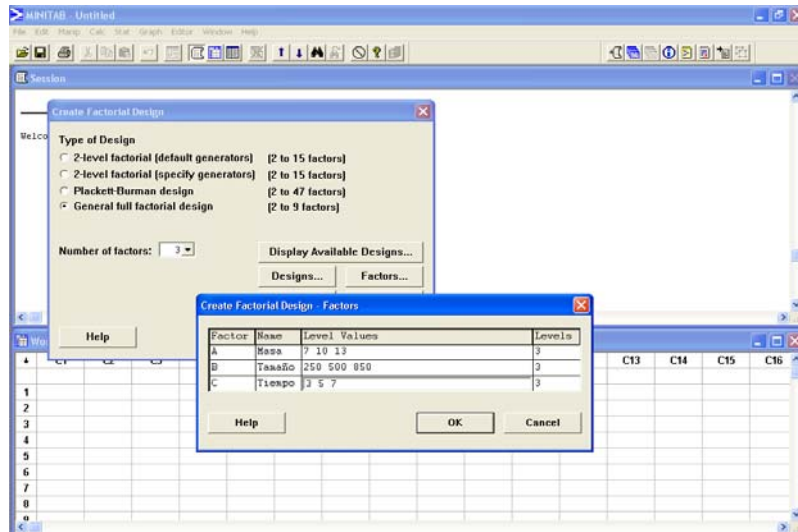


Figura 3.6. Ventana del software para la definición de los factores y niveles

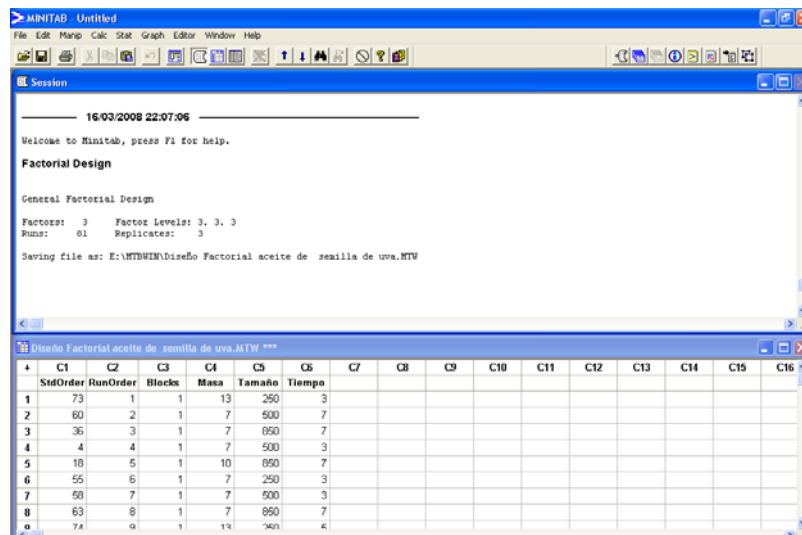


Figura 3.7. Distribución del diseño experimental creado por MINITAB

El paso número dos es la definición del diseño el cual se realizó siguiendo la misma secuencia del paso uno el cual solo varía al final donde se seleccionó el comando de DEFINE CUSTOM FACTORIAL DESIGN; en ésta ventana se ratificaron por selección los factores a evaluar, tal como se aprecia en la figura 3.8.

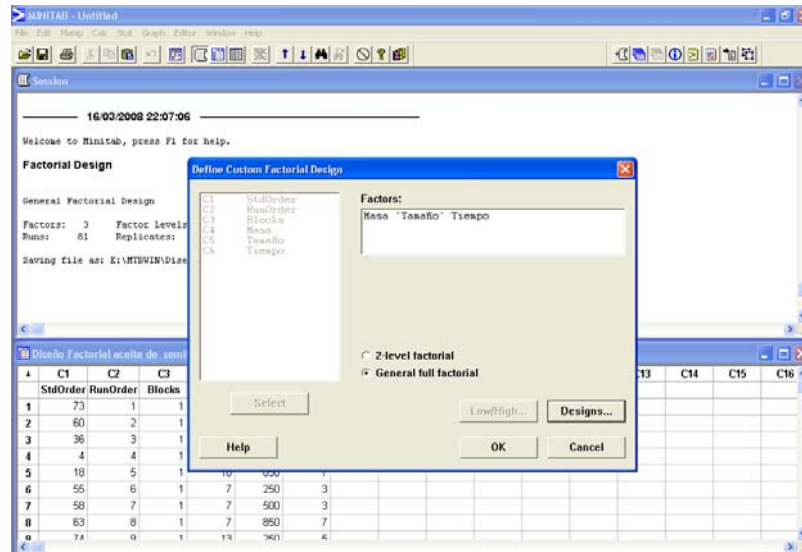


Figura 3.8. Ventana para la selección de factores por columnas

Como tercer y último paso se seleccionó el comando ANALYZE FACTORIAL DESIGN, en éste se eligió la columna asignada para la variable respuesta los resultados son apreciados en la figura 3.9. Las siglas DF representan los grados de libertad del factor o interacción, Seq SS indica la sumatoria de cuadrados, Adj SS representa la sumatoria de cuadrados ajustada, Adj MS es la media de cuadrados, F es el factor de Fisher calculado y P representa el valor de significancia experimental.

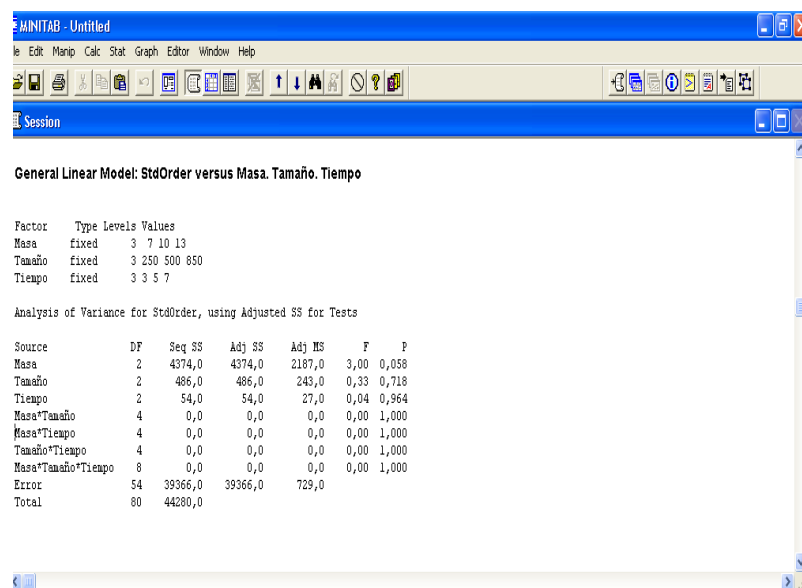


Figura 3.9. Resultados del diseño experimental mostrado por el programa

### 3.3. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA.

#### 3.3.1. Análisis físicoquímicos a partir de los requisitos de identidad

Para la caracterización físicoquímica del aceite obtenido se utilizaron los métodos oficiales expuestos en la norma general de grasas y aceites COVENIN 30:1997. En la tabla 3.5. se observan los requisitos de identidad del aceite:

**TABLA 3.5.**  
**MÉTODOS UTILIZADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS REQUISITOS DE IDENTIDAD DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA**

Determinación	Norma Consultada	Alcance
Densidad relativa	COVENIN 703:1996	Determinación del peso en unidades de volumen del aceite
Índice de refracción	COVENIN 702:2001	Determinación de la medida directa del ángulo de refracción.
Índice de saponificación	COVENIN 323:1998	Determinación de los miligramos de hidróxido de potasio requeridos para saponificar 1 g de aceite.
Índice de yodo	COVENIN 324:2001	Determinación del grado de insaturación del aceite.

##### 3.3.1.1. Determinación de la densidad relativa

Para la determinación de la densidad relativa se utilizó un picnómetro con la capacidad expresada en mililitros. Inicialmente se pesó el picnómetro vacío en la balanza analítica, se llenó con la muestra de aceite y se llevó a una temperatura de 20 °C el cual posteriormente se pesó. Para la determinación de la densidad relativa se diseñó la tabla 3.6. y se utilizó la ecuación 3:

$$\rho_R = \frac{m_M|_{20^\circ\text{C}} - m_{PV}}{m_{REF}|_{20^\circ\text{C}} - m_{PV}} \quad (3)$$

Donde:

$\rho_R$ : densidad relativa (adim).

$m_M$ : masa del picnómetro lleno con aceite @ 20 °C (g).

$m_{PV}$ : masa del picnómetro vacío (g).

$m_{REF}$ : masa del picnómetro lleno con el fluido de referencia [Agua @ 20 °C] (g).

**TABLA 3.6.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN EL CÁLCULO DE LA DENSIDAD RELATIVA DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA**

Masa del picnómetro vacío ( $m_{PV} \pm 0,0001$ ) g	Masa del picnómetro con el aceite ( $m_M \pm 0,0001$ ) g	Masa del picnómetro con agua ( $m_M \pm 0,0001$ ) g

### 3.3.1.2. Determinación del índice de refracción:

Para la medición de éste índice se utilizó un refractómetro marca ABE. Se colocó algunas gotas de la muestra previamente calentada hasta la temperatura de estudio (25 °C, 40 °C y 60 °C) en el prisma más bajo del equipo, se cerró y apretó el tornillo de cabeza. Se ajustó el instrumento y la luz mediante la perilla lateral hasta que se obtuvo la lectura más nítida posible, determinándose así el índice de refracción. Para la recolección de los valores se diseñó la tabla 3.7. Posteriormente se realizó la corrección por temperatura de dicho índice mediante la ecuación 4:

$$I_R = I_R' + K * (T' - T) \quad (4)$$

Donde:

$I_R$ : índice de refracción a la temperatura de referencia (adim).

$I_R'$ : índice de refracción medido a la temperatura  $T'$  (adim).

$K$ : constante (0,58 1/°C).

T': temperatura a la cual se realiza la lectura  $I_R'$  (27 °C).

**TABLA 3.7.**  
**ÍNDICE DE REFRACCIÓN DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA MEDIDO A UNA TEMPERATURA DE REFERENCIA**

Temperatura ( $T \pm 0,5$ ) °C	Índice de refracción ( $I_R \pm 0,0001$ ) adim

Índice de refracción del agua: (             $\pm 0,0001$ ) adim

### 3.3.1.3. Determinación del índice de saponificación

Para la determinación de índice de saponificación se pesó de 2 a 3 g de muestra en una fiola y se le agregó 25 mL de solución alcohólica de hidróxido de potasio (KOH). Se conectó a un condensador de reflujo, se calentó a ebullición en una plancha de calentamiento durante 2 horas con agitación permanente. Posteriormente se desconectó el condensador y se agregó 1 mL de fenolftaleína. Finalmente se titula el exceso de KOH en caliente con ácido clorhídrico (HCl) al 0,5 N hasta la desaparición del color rosado. El ensayo se realizó por duplicado y una muestra como blanco. Para el cálculo del índice de saponificación se usó la ecuación 5:

$$I_s = \frac{(V_B - V_M) * N_{HCl} * 56,1}{m_M} \quad (5)$$

Donde:

$I_s$ : índice de saponificación (mg KOH/g).

$V_B$ : volumen gastado en la titulación del blanco (mL).

$V_M$ : volumen gastado en la titulación de la muestra (mL).

$N_{HCl}$ : normalidad de la solución de HCl (eq/L).

$m_M$ : masa de la muestra (g).

Para la recolección de los datos se diseñó la tabla 3.8.

**TABLA 3.8.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE  
SAPONIFICACIÓN DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA**

<b>Muestra</b>	<b>Masa de la muestra (<math>m_M \pm 0,0001</math>)g</b>	<b>Volumen gastado (<math>V \pm 0,05</math>) mL</b>

Normalidad de la solución de HCl: N

#### **3.3.1.4. Determinación del índice de yodo**

Para la determinación del índice de yodo se utilizó la tabla D.1. (Apéndice D) como guía para pesar la muestra de aceite en una fiola previamente limpia y seca, a la cual se le adicionó 20 mL de cloroformo y 25 mL de solución de Wijs y se agitó suavemente. Posteriormente se colocó la muestra en un lugar oscuro y se dejó reposar durante 30 minutos, transcurrido este tiempo se agregó a la muestra 20 mL de solución de yoduro de potasio (KI) al 15% y 100 mL de agua destilada. La muestra fue titulada con tiosulfato de sodio al 0,1 N hasta que la coloración amarilla de la solución desapareció. Alcanzado este punto, se adicionaron 0,5 mL de almidón y se continuó con la titulación hasta ver desaparecido el color azul en la solución. Éste ensayo se realizó por duplicado y en paralelo se utilizó un blanco. Se utilizó la tabla 3.9. para la recolección de los datos experimentales y la ecuación 6 para el cálculo del índice de yodo.

**TABLA 3.9.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE YODO  
DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA**

<b>Muestra</b>	<b>Masa de la muestra (<math>m_M \pm 0,0001</math>)g</b>	<b>Volumen gastado (<math>V \pm 0,05</math>) mL</b>

Normalidad de la solución de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ : N

$$I_i = \frac{(V_B - V_M) * N_{Na_2S_2O_3} * 12,69}{m_M} \quad (6)$$

Donde:

$I_i$ : índice de yodo (g  $I_2$ /100 g).

$V_B$ : volumen gastado en la titulación del blanco (mL).

$V_M$ : volumen gastado en la titulación de la muestra (mL).

$N_{Na_2S_2O_3}$ : normalidad de la solución de tiosulfato de sodio (eq/L).

$m_M$ : masa de la muestra (g).

### 3.3.2. Análisis fisicoquímicos a partir de los requisitos de calidad

En la tabla 3.10. se observan los requisitos de calidad del aceite:

**TABLA 3.10.**  
**MÉTODOS UTILIZADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS REQUISITOS DE CALIDAD DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA**

Determinación	Norma Consultada	Alcance
Color	COVENIN 1191:1996	Determinación del índice de color en aceites y grasas vegetales.
Acidez e índice de acidez	COVENIN 325:2001	Determinación del contenido de ácidos grasos libres.
Índice de peróxidos	COVENIN 508:2001	Determinación de miliequivalentes de $O_2$ contenido en 1000 g de aceite.

#### 3.3.2.1. Determinación del índice de color

Para la determinación del índice de color del aceite se utilizó el tintómetro marca Lovibond en el cual la muestra se colocó en una cubeta y con ayuda de los soportes se fueron colocando los filtros hasta que se obtuvo una combinación de filtros que generaban el color del aceite y de esta manera se encontró el número de unidades de amarillo, azul y rojo; además de esto se hizo la determinación de color de

saponificación, la cual consistió en someter a la muestra al proceso de saponificación con hidróxido de potasio y así conocer el comportamiento colorimétrico del aceite una vez saponificado, verificándose su futura utilización en la industria jabonera.

### 3.3.2.2. Determinación del índice de acidez

Para la determinación del índice de acidez se pesó aproximadamente 3 g de la muestra. Para la recolección de los datos experimentales se diseñó la tabla 3.11. y para el cálculo de la acidez se utilizó la ecuación 7.

**TABLA 3.11.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE ACIDÉZ**  
**DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA**

Muestra	Masa de la muestra ( $m_M \pm 0,0001$ )g	Volumen gastado ( $V \pm 0,05$ ) mL

Normalidad de la solución de NaOH: N

$$A = \frac{0,282 * V_M * N_{NaOH} * 100}{m_M} \quad (7)$$

Donde:

A: acidez de la muestra expresada como ácido oleico (%).

$V_M$ : volumen gastado en la titulación de la muestra (mL).

$N_{NaOH}$ : normalidad de la solución de NaOH (eq/L).

$m_M$ : masa de la muestra (g).

Los ácidos grasos libres expresados en términos de índice de acidez se calcularon por medio de la ecuación 8:

$$I_A = 1,99 * A \quad (8)$$

Donde:



$I_A$ : índice de acidez (mg KOH/g).

### 3.3.2.3. Determinación del índice de peróxidos

Para la determinación del índice de peróxidos se pesó la muestra en una fiola de 250 mL y se adicionó 30 mL de la solución ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) y cloroformo en la proporción 60:40, se agitó y se le adicionó 1 mL de KI saturado, dejándose reposar por un minuto aproximadamente. Transcurrido el tiempo se adicionó 0,5 mL de almidón y 30 mL de agua destilada. Inmediatamente se tituló la solución con tiosulfato de sodio 0,01 N, agitando continuamente hasta la decoloración de la capa acuosa. Este ensayo se realizó por duplicado y con un ensayo en blanco. Para el cálculo del índice de peróxido se utilizó la ecuación 9:

$$I_P = \frac{N_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} * (V_M - V_B)}{m_M} * 1000 \quad (9)$$

Donde:

$I_P$ : índice de peróxidos (meq  $\text{O}_2/\text{kg}$ ).

$V_B$ : volumen gastado en la titulación del blanco (mL).

$V_M$ : volumen gastado en la titulación de la muestra (mL).

$N_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ : normalidad de la solución de tiosulfato de sodio (eq/L).

$m_M$ : masa de la muestra (g).

Para la recolección de datos se utilizó la tabla 3.12.

**TABLA 3.12.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PERÓXIDOS DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA**

Muestra	Masa de la muestra ( $m_M \pm 0,0001$ )g	Volumen gastado ( $V \pm 0,05$ ) mL

Normalidad de la solución de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ : N

### 3.3.3. Determinación del perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases

Para realizar la determinación del perfil de ácidos grasos se hizo uso de la metodología de la norma COVENIN 2281:1998. Dicho perfil se determinó en un cromatógrafo de gases HP modelo 5890. Éste posee un detector de ionización a la llama y una columna capilar del tipo HP-FFAP, el cual tiene 25 m de longitud, 0,20 mm de diámetro interno y un espesor de película de 0,33  $\mu\text{m}$ . Se utilizó como gas de arrastre nitrógeno ( $\text{N}_2$ ) y un flujo de 80 mL/min. El gradiente de temperatura fue de 140 a 180  $^{\circ}\text{C}$ , con una velocidad de calentamiento de 1  $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ .

Se inyectó 1  $\mu\text{L}$  de muestra y bajo las mismas condiciones se inyectaron los patrones de ésteres de los ácidos grasos. La composición de los ácidos grasos del aceite se obtiene por medio de las áreas correspondientes a cada éster. El porcentaje de cada componente se calculó por medio de las ecuaciones 10 y 11:

$$A_T = \sum A_{Ci} \quad (10)$$

Donde:

$A_T$ : área total de todos los componentes (adim).

$A_{Ci}$ : área de cada componente (adim).

$$C_i = \frac{A_{Ci}}{A_T} * 100 \quad (11)$$

Donde:

$C_i$ : composición porcentual de cada componente (%).

### 3.4. DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL ACEITE EXTRAÍDO EN UN PERÍODO DE TIEMPO.

La evaluación de la estabilidad del aceite se realizó basándose en la medición del índice de acidez (norma COVENIN 325:2001) e índice de peróxidos (norma COVENIN 508:2001) en función del tiempo, por un lapso de 5 horas, para el aceite extraído de la semilla de uva y el aceite de oliva prensado en frío utilizado como patrón. La medición

de éstos índices se llevó a cabo a una temperatura constante de 85 °C. Las muestras se identificaron de la siguiente manera:

- Aceite de la semilla de uva (I).
- Aceite patrón (II).

Para la recolección de datos se diseñaron las tablas 3.13. y 3.14.

**TABLA 3.13.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE ÁCIDEZ DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA Y DEL ACEITE DE OLIVA EN EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD**

Tiempo de evaluación ( $T_e \pm 1$ ) min	Masa de la muestra ( $m_M \pm 0,0001$ )g		Volumen de NaOH gastado ( $V \pm 0,05$ ) mL	
	Aceite de uva	Aceite de oliva	Aceite de uva	Aceite de oliva

Temperatura de la estufa: (  $\pm 0,5$ ) °C      Presión ambiente: (  $\pm 0,05$ ) mmHg

**TABLA 3.14.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PERÓXIDOS DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA Y DEL ACEITE DE OLIVA EN EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD**

Tiempo de evaluación ( $T_e \pm 1$ ) min	Masa de la muestra ( $m_M \pm 0,0001$ )g		Volumen de $Na_2S_2O_3$ gastado ( $V \pm 0,05$ ) mL	
	Aceite de uva	Aceite de oliva	Aceite de uva	Aceite de oliva

Temperatura de la estufa: (  $\pm 0,5$ ) °C      Presión ambiente: (  $\pm 0,05$ ) mmHg

Para la determinación de dichos índices se emplearon las ecuaciones 7, 8 y 9. Finalmente con los resultados obtenidos se observó el comportamiento de las muestras mediante la realización de las gráficas de índice de acidez en función del tiempo e índice de peróxidos en función del tiempo.

### **3.5. ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO A PARTIR DEL HOLLEJO DE LA UVA.**

#### **3.5.1. Establecimiento del producto a elaborar**

En base a los resultados obtenidos en el análisis proximal realizado a los componentes del orujo de uva en la actividad 3.1.6. se determinó un alto contenido de fibra y proteínas en el hollejo, en base a esto se hizo una revisión de las investigaciones sobre la incorporación de fibra en la elaboración de productos alimenticios y se encontró una mayor información en la elaboración de galletas, debido a éstos dos aspectos surgió la posibilidad de la incorporación de la harina de hollejo de uva en la elaboración de galletas dulces.

#### **3.5.2. Formulación y preparación**

Después de la revisión de diversos métodos de fabricación de galletas dulces, se escogió como el método más apropiado uno cuya formulación básica incluyó harina de trigo, azúcar, mantequilla sin sal y vainilla suficiente para obtener una masa de consistencia óptima. Se selecciona éste método debido a que era un método sencillo, de fácil elaboración y que tenía menos limitantes en la disponibilidad de materia prima.

El hollejo de uva fue sustituido en 10, 20, 30, 40 y 50% de la harina en la formulación base, el mezclado de los ingredientes se llevó a cabo con una batidora manual y el horneado se realizó en un horno casero durante 10 min a una temperatura de 150 °C. Las diferentes formulaciones de la galleta se muestran en la tabla 3.15.:

**TABLA 3.15.**  
**FORMULACIÓN DE GALLETAS ELABORADAS A PARTIR DEL HOLLEJO DE UVA**

Ingredientes	Cantidad (g ± 0,5) g				
	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %
Harina de trigo	360,0	320,0	280,0	240,0	200,0
Harina de hollejo de uva	40,0	80,0	120,0	160,0	200,0
Azúcar	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0
Mantequilla sin sal	200,0	200,0	200,0	200,0	200,0
Vainilla	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5

### 3.5.3. Selección de la formulación

Para escoger la formulación se utilizó la prueba de rangos para 9 panelistas semi-entrenados, resultando favorecida la formulación del 10%, la metodología seguida se explica con más detalle en el apartado 3.6.

### 3.5.4. Caracterización dimensional y másica de la galleta elaborada

Para obtener las dimensiones de las galletas elaboradas se tomó una muestra aleatoria de veinte galletas las cuales se pesaron en la balanza analítica y se utilizó un vernier, el cual permitió determinar el espesor y el diámetro de las mismas. La tabla 3.16. se diseñó para la recolección de datos de la caracterización másica y dimensional de la muestra.

**TABLA 3.16.**  
**CARACTERIZACIÓN MÁSIKA Y DIMENSIONAL DE LAS GALLETAS ELABORADAS A PARTIR DEL HOLLEJO DE UVA**

Número	Peso (P ± 0,0001) g	Diámetro (D ± 0,003) cm	Espesor (E ± 0,003) cm

### **3.5.5. Caracterización proximal de la galleta de hollejo con la formulación definitiva**

A la galleta se le realizó un análisis fisicoquímico que incluyó la determinación de humedad, proteína, grasa y cenizas. Además se determinó el contenido de fibra total así como también el contenido de fibra neutra (ver tabla 3.17.). Para la determinación de la fibra detergente neutra se peso aproximadamente 1 g de muestra seca en un balón de 250 mL, se le añadió 100 mL de la solución detergente neutro, 50 mg de amilasa, 2 mL de decahidronaftaleno y 0,5 mL de sulfito de sodio se colocó en un condensador de reflujo durante 1 hora y se calentó lentamente, transcurrido el tiempo se filtró la solución en un filtro Buchner lavándose la muestra con porciones de agua caliente y 20 mL de acetona. Posteriormente se colocó el residuo de la filtración en una cápsula de porcelana previamente pesada y se llevó a la estufa durante 1 hora. La metodología realizada fue la descrita por la norma COVENIN (3178:1995). Además de esto también se le realizó un análisis microbiológico indicativo del contenido de hongos y bacterias presentes en la muestra, entre los análisis realizados se encuentran carga heterotrófica, la cual se determinó a partir de dilución seriada y vertido en placa de Agar Plate Count y determinación de hongos y levaduras a partir de los métodos de crecimientos en medios selectivos (Agar Sabouraud), realización de micro cultivos e identificación a fin de verificar su consumo según lo descrito en la norma COVENIN 1483: 2001 (ver tabla J.1. del apéndice J).

**TABLA 3.17.**  
**MÉTODOS UTILIZADOS EN EL ANÁLISIS PROXIMAL DE LA GALLETA DE**  
**HOLLEJO DE UVA**

<b>Determinación</b>	<b>Norma Consultada</b>	<b>Alcance</b>
Humedad	COVENIN 1156:1979	Porcentaje de agua libre contenido en la muestra
Cenizas	COVENIN 1155:1979	Porcentaje de cenizas contenido en la muestra
Grasa Cruda	COVENIN 3218:1996	Porcentaje de grasa cruda contenido en la muestra
Proteínas	COVENIN 1195:1980	Porcentaje de proteínas contenido en la muestra
Fibra Cruda	COVENIN 1194:1979	Porcentaje de fibra no digerible contenido en la muestra
Fibra Detergente Neutro	COVENIN 3178:1995	Fracción residual que contiene los componentes de la pared celular (no incluye sustancias pecticas)
Carbohidratos	Por diferencia	Porcentaje de carbohidratos totales contenido en la muestra

### **3.6.REALIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO ELABORADO.**

#### **3.6.1. Elaboración del instrumento de recolección de datos**

Para la recolección de datos se diseñó un modelo de encuesta en el cual se describió brevemente la secuencia de pasos requerida para la evaluación de atributos como el color, el sabor, el olor, la textura y la apariencia en galletas de hollejo de uva, dichos atributos fueron valorados por panelistas semi-entrenados en la escala del 1 al 5 de acuerdo al nivel de preferencia, 1 es para la de menor aceptación y 5 para la de

mayor aceptación. Dicho análisis se realizó para la totalidad de las formulaciones elaboradas con la finalidad de escoger la galleta de mayor aceptación.

### 3.6.2. Determinación de la formulación con mayor aceptación

Para determinar la formulación de la galleta que resultó favorecida se aplicó la prueba de rangos, ya que se presentaron 5 tipos de muestras a los panelistas, se evitó que el panelista repitiera la puntuación para dos muestras diferentes explicándole con claridad antes de aplicar la encuesta. Para llevar a cabo dicha prueba se definió el número total de muestras, el propósito y la cantidad de personas del panel. Se aplicó el modelo de encuesta a nueve panelistas semi-entrenados explicándose la manera correcta de llevar a cabo la prueba. Posteriormente se tabularon y se calcularon los rangos, sumando los totales para cada muestra y entrando en la tabla H.1 apéndice H se encontró el rango de significancia.

**HOJA DE EVALUACION**

Usted recibirá cinco (5) muestras de galleta dulce con sabor a uva, para que las evalúe según su preferencia, para los atributos de color, olor, sabor, textura y apariencia, asignando el número cinco (5) a la de mayor aceptación y el número uno (1) a la de menor aceptación. Nota: no repetir la puntuación para varias muestras en el mismo atributo.

Muestra	Código	Atributos				
		Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia

**Observaciones:**  
Mencione los atributos que usted considere que son inaceptables. Cualquier otra sugerencia se le agradece.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Otros: \_\_\_\_\_

Figura 3.10. Formato para la evaluación de atributos de las galletas de hollejo de uva



### 3.6.3. Prueba de aceptación

Para medir el nivel de aceptación y/o rechazo que tuvo la formulación definitiva se realizó una encuesta a 80 personas de distintos sexos y edades comprendidas entre 16-60 años. El modelo tenía la función de contabilizar en una mayor población si la galleta era o no aceptada.

**PRUEBA DE ACEPTACIÓN**

Usted recibirá una muestra de galleta dulce de harina de hollejo de uva, para que la evalúe según su preferencia indicando si es de su agrado o no la considera aceptable; debe indicar con una X en la parte de opinión o juicio si la galleta es de su agrado o no lo es.

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

Hora: \_\_\_\_\_

Opinión o Juicio:

Me agrada:  Me desagrada:

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Gracias por colaborar

**Figura 3.11.** Formato para la evaluación del nivel de aceptación de la galleta

### 3.7.DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN COSTO – BENEFICIO DEL PRODUCTO ELABORADO.

Los costos asociados a la elaboración del aceite de la semilla de uva y la galleta de hollejo de uva a partir del orujo, se calcularon cuantificando el costo de materia prima, el costo por consumo energético de los equipos utilizados y el costo asociado a reactivos

químicos empleados en la elaboración y análisis de ambos productos. Para cuantificar los costos de producción de un kilogramo de producto se empleó la ecuación 12:

$$C_{UP} = \frac{C_{TP}}{m_{PT}} \quad (12)$$

Donde:

$C_{UP}$ : costos unitario de producción (Bs.F./kg).

$C_{TP}$ : costos totales de producción (Bs.F.).

$m_{PT}$ : masa de producto terminado (kg).

Para estimar los costos totales de producción se incluyeron los costos asociados para ambos productos, los cuales se expresan mediante la ecuación 13:

$$C_{TP} = C_{MP} + C_E + C_{AQ} + C_{AM} \quad (13)$$

Donde:

$C_{MP}$ : costos de materia prima (Bs.F.).

$C_E$ : costos energéticos (Bs.F.).

$C_{AQ}$ : costos de análisis químicos (Bs.F.).

$C_{AM}$ : costos de análisis microbiológico (Bs.F.).

Para estimar los costos asociados a materia prima se empleó la ecuación 14:

$$C_{MP} = \sum m_{MPi} * P_{MPi} \quad (14)$$

Donde:

$m_{MPi}$ : masa ó volumen utilizado de cada materia prima (kg ó L).

$P_{MPi}$ : precio unitario de cada materia prima (Bs.F./kg ó Bs.F./L).

Para estimar los costos asociados a la energía consumida y/o servicio, se empleó la ecuación 15:

$$C_E = \sum C_{UEi} * P_{UEi} \quad (15)$$

Donde:

$C_{UEi}$ : consumo unitario de energía ó servicio (kW, kg ó L).

$P_{UEi}$ : precio unitario de la energía ó servicio (Bs.F./kW\*h, Bs.F./kg ó Bs.F./L).

Por último, se fijó un precio de venta del producto tomando como referencia el precio de venta un producto comercial y se calculó la relación costo – beneficio mediante el uso de la ecuación 16:

$$CB = \frac{B_{VP}}{C_{UP}} \quad (16)$$

Donde:

CB: relación beneficio de venta/costo de producción (adim).

$C_{UP}$ : costos unitario de producción (Bs.F./kg).

$B_{VP}$ : beneficio percibidos por venta del producto (Bs.F./kg).

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

*En ésta sección se presentan cada uno de los resultados obtenidos con su respectivo análisis, con el fin de dar respuesta a las interrogantes planteadas en este Trabajo Especial de Grado.*

### 4.1.DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LOS COMPONENTES RESIDUALES PROVENIENTES DEL PROCESO DE VINIFICACIÓN.

#### 4.1.1. Determinación de la composición másica porcentual de los componentes del orujo de uva

En la tabla 4.1. se muestran los resultados de la composición másica porcentual del orujo de uva. Se observa que para una muestra de aproximadamente 15 kg de éste subproducto, alrededor del 96 % lo constituyen la cascarilla u hollejo y las semillas, el otro 4 % lo constituyen los tallos. Según Fantozzi P. y Betschart A. (1981), las composiciones del orujo de uva son: cascarilla 45 %, semilla 35 % y tallos 20 %. Se observa una variación del 16 % en la composición de los tallos, 4 % en la de cascarilla y 20 % en la de semillas. Las variaciones existentes entre las composiciones se pueden explicar en base a la definición de composición porcentual, la cual es una relación entre la cantidad de masa de un componente y la masa total.

**TABLA 4.1.**  
**COMPOSICIÓN MÁSCICA PORCENTUAL DEL ORUJO DE UVA**

<b>Cascarilla</b> <b>(<math>X_c \pm 0,001</math>) %</b>	<b>Semilla</b> <b>(<math>X_s \pm 0,001</math>) %</b>	<b>Tallo</b> <b>(<math>X_T \pm 0,001</math>) %</b>
40,869	55,568	3,563

Se observa que existe menor porcentaje de tallos en comparación con los datos bibliográficos, esto debido al método de recolección de los racimos de uvas. Por lo

tanto, al tener menor cantidad de tallos, disminuye la composición másica de éste y aumenta la composición de cascarilla y semillas.

Según Fantozzi P. y Betschart A. (1981), se esperaría que la cascarilla estuviese en mayor proporción que las semillas, lo cual no ocurre debido a la variedad de uva utilizada y las distintas condiciones climáticas y ambientales.

#### 4.1.2. Caracterización másica y dimensional de la semilla de uva

En la tabla 4.2. se observan las dimensiones promedio de la semilla de uva de la variedad criolla negra tomadas de una muestra aleatoria de 40 semillas y de una muestra aleatoria de 10 semillas de uva comercial.

**TABLA 4.2.**  
**CARACTERIZACIÓN DIMENSIONAL DE LA SEMILLA DE UVA EN DOS**  
**VARIEDADES**

<b>Tipo</b>	<b>Peso (P ± 0,005) g</b>	<b>Largo (L ± 0,03) cm</b>	<b>Ancho (A ± 0,01) cm</b>
Criolla negra	0,041	0,65	0,42
Comercial	0,044	0,61	0,43

Comparando ambos valores se puede verificar que existen pequeñas diferencias debido a que la variedad de uva utilizada es un híbrido, distinto a la variedad de la uva comercial tomada como referencia, cultivada bajo diferentes condiciones climáticas y ambientales.

#### 4.1.3. Composición proximal de los componentes del orujo de uva

En la tabla 4.3. se muestran los resultados del análisis proximal realizado a la cascarilla del orujo de uva.

**TABLA 4.3.**

**ANÁLISIS PROXIMAL PARA LA CASCARILLA DEL ORUJO DE UVA**

<b>Humedad (H ± 0,003) %</b>	<b>Cenizas (C ± 0,002) %</b>	<b>Grasa (G ± 0,004) %</b>	<b>Proteínas (P ± 0,04) %</b>	<b>Fibra (F ± 0,01) %</b>	<b>Carbohidratos (Car ± 0,05) %</b>
51,888	3,280	4,435	10,44	25,12	33,24

El porcentaje de humedad presente en la cascarilla de uva es un valor bastante elevado si se compara con los resultados obtenidos en anteriores trabajos de investigación realizados sobre el tema. Canett R. y col. (2004) determinaron que la humedad de la cascarilla del orujo de uva es alrededor del 6 %. En trabajos similares, la cascarilla ha presentado humedad del 10 %. Dichas discrepancias pueden atribuirse a las condiciones y tiempo de almacenamiento. Si se requiere de un producto con menor cantidad de humedad, éste debe ser sometido a un tratamiento previo para la disminución del agua.

Analizando los resultados se observa que este subproducto presenta altas cantidades de fibra y proteínas; resultados similares fueron obtenidos por Canett R. y col. (2004) y por Sandoval N. (1995). El alto contenido de fibra sugiere que la cascarilla del orujo de uva puede ser utilizada como fuente de fibra para el consumo humano debido a que su ingestión está asociada con una variedad de efectos fisiológicos. La cascarilla también presenta un buen valor nutricional debido al alto contenido de proteínas, lo cual indica que ésta puede ser aprovechada como fuente proteica en la elaboración de alimentos.

Por otra parte, el porcentaje de grasa cruda reportado indica el bajo contenido de aceite presente en la cascarilla. En investigaciones previas realizadas sobre el tema, se ha encontrado que es en la semilla y no en la cascarilla donde se encuentra la mayor cantidad de grasa de este subproducto. Otro aspecto de relevancia nutricional es el bajo contenido de cenizas presente en la cascarilla, el cual es menor al 5 %, lo que descarta la posibilidad de encontrarse algún adulterante inorgánico en ella. Debido a que los carbohidratos son calculados por diferencia, estos no concuerdan con los valores reportados tomados como referencia de análisis químicos en cascarilla del orujo de uva, debido a la diferencia significativa existente en los niveles de humedad.

En la tabla 4.4. se muestran los resultados del análisis proximal realizado a la semilla del orujo de uva.

**TABLA 4.4.**  
**ANÁLISIS PROXIMAL PARA LA SEMILLA DEL ORUJO DE UVA**

<b>Humedad</b> <b>(H ± 0,003) %</b>	<b>Cenizas</b> <b>(C ± 0,002) %</b>	<b>Grasa</b> <b>(G ± 0,004) %</b>	<b>Proteínas</b> <b>(P ± 0,04) %</b>	<b>Fibra</b> <b>(F ± 0,01) %</b>	<b>Carbohidratos</b> <b>(Car ± 0,05) %</b>
12,384	0,430	9,371	6,62	38,53	71,19

Según Benardini E. (1981), el contenido de agua en una semilla es un factor de suma importancia para las diversas etapas de extracción de aceite de las mismas. Señala además que cada semilla tiene un óptimo de humedad y que valores alrededor del 9 % son bastante buenos para la mayoría de las oleaginosas. Bailey A. (1961) indica que a medida que aumenta la humedad, el contenido de aceite extraíble disminuye progresivamente debido a que el coeficiente de distribución disminuye alrededor de 0,4 cm<sup>2</sup>/s, por 1 % de humedad para valores de éstas que oscilan entre 10 y 22 %.

Se observa que el contenido de grasa reportado está entre los parámetros esperados, siendo la semilla el componente del orujo de uva que más la contiene. En los valores reportados por Göktürk N. y col. (2007) se observa que la concentración de aceite de las semillas oscila entre 12,35 % y 16 %. El valor obtenido experimentalmente es menor a la referencia, lo cual se puede atribuir al contenido de humedad presente en la semilla, afectando directamente el proceso de extracción y por ende la determinación de grasa cruda; sin embargo, éste porcentaje también se ve afectado por otros aspectos como el tamaño de partícula, la interacción con el solvente, entre otros que serán analizados en el objetivo 2.

También se puede apreciar que existe un alto contenido de fibra cruda en la semilla, pero según lo expuesto por Canett R. y col. (2004), el contenido de taninos presente en la semilla es de 49,87 mg/g y en la mezcla semilla/cascarilla se reportan valores de 36,4 mg/g; lo anterior plantea una limitación al tratar de utilizar este

componente del subproducto para la elaboración de productos alimenticios debido a las características de sabor que imparten los taninos.

El porcentaje de cenizas se encuentra dentro del valor normal, lo que permite descartar la presencia de adulterantes. El contenido de proteínas y carbohidratos indica que la torta resultante de la extracción puede ser empleada como alimentos para animales.

En la tabla 4.5 se puede observar que el contenido de grasa es bastante bajo lo cual descarta su utilización en la extracción de aceites.

**TABLA 4.5.**  
**ANÁLISIS PROXIMAL PARA LOS TALLOS DEL ORUJO DE UVA**

<b>Humedad</b> <b>(H ± 0,003) %</b>	<b>Cenizas</b> <b>(C ± 0,002) %</b>	<b>Grasa</b> <b>(G ± 0,004) %</b>	<b>Proteínas</b> <b>(P ± 0,04) %</b>	<b>Fibra</b> <b>(F ± 0,01) %</b>	<b>Carbohidratos</b> <b>(Car ± 0,05) %</b>
50,667	3,195	1,835	5,82	29,68	38,48

En la industria vinícola se asegura que los tallos transfieren una coloración verdosa al vino y un sabor muy amargo según lo dice Valor O. (2008), por ésta razón se descarta su posible aprovechamiento en la industria alimenticia.

En vista de los resultados obtenidos en el análisis proximal realizado al orujo de uva, se demuestra que éste puede ser recuperado y reutilizado como fuente de fibra y grasa para el consumo humano ya que este subproducto en su mayoría (95 %) está constituido por la cascarilla, rica en fibra y proteínas, y las semillas con un porcentaje considerable de grasa cruda.

#### **4.2. EXTRACCIÓN DEL ACEITE CONTENIDO EN LA SEMILLA DE UVA.**

En la tabla 4.6 se muestran los valores del rendimiento de la extracción de aceite de la semilla de uva correspondiente a cada una de las corridas con su respectiva réplica. Al observar los valores del rendimiento puede apreciarse que a medida que se van



variando las condiciones de cada corrida, se obtiene un valor distinto de rendimiento, lo cual indica la influencia de las variables independientes sobre la variable respuesta.

Los resultados del rendimiento son cercanos a lo reflejado por trabajos de investigación anteriores. Por ejemplo Göktürk N. y col. (2007) determinaron que la concentración de aceites de la semilla de uva oscilaba entre 12,35 % y 16 %, lo cual se verifica durante la realización de esta experimentación cuyos valores están comprendidos entre 9 % y 13 %. En la tabla 4.6. se puede observar que el rendimiento aumenta con el menor tamaño de partícula y con el aumento del tiempo de extracción, pero aún así no puede determinarse si sus influencias son significativas o no en el proceso de extracción.

**TABLA 4.6.**  
**RENDIMIENTO DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA PARA LAS DISTINTAS CONDICIONES DEL ARREGLO**

<b>Tiempo (T ± 1) h</b>	<b>Masa de semilla (m<sub>s</sub> ± 1) g</b>	<b>Tamaño de la partícula (T<sub>P</sub> ± 1) μm</b>	<b>Rendimiento (R ± 0,004) %</b>
3	7	250	13,096
		500	8,904
		850	5,820
	10	250	13,019
		500	8,518
		850	6,231
	13	250	13,504
		500	10,630
		850	6,222
5	7	250	11,914
		500	11,156
		850	5,769
	10	250	14,638
		500	10,240
		850	6,089
	13	250	13,370
		500	10,642
		850	6,129
7	7	250	13,694
		500	10,250
		850	6,330
	10	250	13,515
		500	8,977
		850	6,514
	13	250	13,076
		500	11,525
		850	6,562

En la tabla 4.7 pueden observarse los resultados del análisis de varianza obtenido luego de la aplicación del diseño factorial con el software estadístico MINITAB para los valores de rendimiento después de la realización de las diferentes corridas experimentales.

**TABLA 4.7.**  
**RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA REALIZADO A LOS DATOS DE LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA**

Fuente de variación	Grados de Libertad (DF)	Suma de Cuadrados (SS)	Media de Cuadrados (MS)	Factor de Fisher experimental ( $F_{ex}$ )	Factor de Fisher teórico ( $F_{teo}$ )
A	2	4,079	2,040	25,12	4,98
B	2	4,242	2,121	26,11	4,98
C	2	688,644	344,322	4239,86	4,98
A*B	4	4,740	1,185	14,59	3,65
A*C	4	5,551	1,388	17,09	3,65
B*C	4	12,253	3,063	37,72	3,65
A*B*C	8	10,169	1,271	15,65	2,82
Error	54	4,385	0,081		
Total	80	734,063			

**A: Tiempo de extracción**

**B: Masa de semilla**

**C: Tamaño de partícula**

Para el estudio de los datos obtenidos a través del programa estadístico MINITAB 13.0 se hace necesario el planteamiento de una hipótesis estadística, la cual implícitamente se define al momento de seleccionar la masa de la semilla, el tamaño de partícula y el tiempo de extracción como variables de estudio en el proceso. De ésta manera se establece la hipótesis verdadera ( $H_V$ ), en la cual se afirma que dichas variables influyen en el rendimiento de la extracción de aceite y la hipótesis nula ( $H_N$ )

indica lo contrario, es decir, que estas variables no tienen influencia directa sobre el proceso. Para poder rechazar o aceptar cualquiera de las dos hipótesis, ésta se compara con el valor del 5 % de significancia. Para valores de P menores a 0,05 se acepta la hipótesis verdadera como cierta y en caso contrario se rechaza. Los niveles de significancia para todas las variables generadas por el programa son igual a cero, con lo cual se comprueba la certeza de la hipótesis verdadera propuesta, siendo entonces factores de influencia apreciable en el proceso de extracción de aceites de la semilla de uva.

Si se consideran los factores de Fisher (F) para cada una de las variables estudiadas por separado, se comprueba que para todas las variables estudiadas el factor de Fisher experimental ( $F_{EXP}$ ) es mayor que el factor de Fisher teórico ( $F_{TEO}$ ). El factor  $F_{TEO}$  se determina entrando en la tabla C.1 (ver apéndice C) con el grado de libertad de cada variable (por columnas) y el grado de libertad del error (por filas).

La variable con mayor influencia sobre el proceso de extracción es el tamaño de la partícula, la cual presenta un factor de  $F_{EXP}$  igual a 4239,86, muy superior y desviado del  $F_{TEO}$  (4,98). Tanto la masa de semilla como el tiempo de extracción son variables con menor influencia pero igualmente significativas. Para la interacción B\*C que involucra la masa de semilla y el tamaño de partícula de la misma, también resulta verdadera la aseveración de que existe interacción entre estas dos variables; siendo igualmente influyente y significativa su interacción en el proceso de extracción, incluso en mayor proporción que la existente si se considera la variable masa de la semilla y tiempo de extracción por separado. Esto se verifica a través de los valores de P (0,000) y F (37,72). Por el contrario, la influencia del resto de las interacciones entre las variables en el proceso se encuentra en menor proporción en relación con la influencia de las variables masa de semilla y tiempo de extracción si se analizan por separado.

En base al análisis estadístico realizado por el software, se tiene que las condiciones de operación más adecuadas para la extracción de aceites es aquella que involucre menor tamaño de partícula (250  $\mu\text{m}$ ), independientemente de la cantidad de masa de semilla y del tiempo de extracción, ya que no existe una diferencia relevante en el porcentaje de rendimiento para variaciones de éstas. Esto concuerda con los

resultados obtenidos en la tabla 4.6., en la cual se aprecian valores más altos de rendimiento para esta condición.

### 4.3. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA.

#### 4.3.1. Análisis fisicoquímicos a partir de los requisitos de identidad

En la tabla 4.8. se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados al aceite de la semilla de uva a partir de los requisitos de identidad.

**TABLA 4.8.**  
**REQUISITOS DE IDENTIDAD DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA**

Característica fisicoquímica	Unidades	Valor
Densidad relativa ( $\rho_R \pm 0,00004$ )	Adim.	0,90654 <sup>20 °C</sup>
Índice de refracción ( $I_R \pm 0,0005$ )	Adim.	1,4732 <sup>25 °C</sup>
		1,4681 <sup>40 °C</sup>
		1,4614 <sup>60 °C</sup>
Índice de saponificación ( $I_S \pm 1$ )	mg KOH/1 g	233
Índice de yodo ( $I_I \pm 0,4$ )	cg I <sub>2</sub> /g	105,0

La densidad del aceite de la semilla de uva a 20 °C medida con respecto a la densidad del agua a 20 °C se encuentra bastante aproximada al rango establecido por la bibliografía (0,920 – 0,926) para el aceite crudo de la semilla de uva y dentro del rango establecido por la norma venezolana general para aceites vegetales comestibles COVENIN 30:1997 (0,8969 – 0,9260). La mínima diferencia existente con respecto a la bibliografía es debida a errores experimentales y a diferentes condiciones ambientales, ocasionando desviaciones en la densidad del aceite y del fluido de referencia.

El índice de refracción del aceite de la semilla de uva se encuentra dentro del rango reportado en la bibliografía (1,4670 – 1,4770) para las temperaturas de 25 °C y 40 °C. Comparando con el rango reportado en la norma venezolana general para aceites vegetales comestibles, los índices a las diferentes temperaturas se encuentran

dentro de los rangos establecidos. Para 25 °C (1,463 – 1,476), para 40 °C (1,457 – 1,470) y para 60 °C (1,441 – 1,462). De igual manera los resultados obtenidos para la semilla de uva concuerdan con los obtenidos por Göktürk N. y col. (2007) (1,460 – 1,466).

El índice de saponificación del aceite de la semilla de uva indica la gran capacidad de saponificación que éste posee, el cual excede el máximo exigido por la norma venezolana general para aceites vegetales comestibles (180,0 – 210,0). Bibliográficamente el índice de saponificación para este aceite se encuentra comprendido entre (188,0 – 194,0), el valor experimental se encuentra por encima del máximo establecido, lo cual indica la presencia del alto porcentaje de ácidos grasos libres.

El índice de yodo para el aceite de la semilla de uva se encuentra desviado del valor reportado en la bibliografía (128,0 – 150,0), lo cual indica una menor presencia de ácidos grasos, debido a que éste índice es una medida de los ácidos grasos insaturados. Esta divergencia se debe al proceso de oxidación que sufre el aceite ya que tiene teóricamente un índice alto como el mencionado, favoreciéndose mucho más el proceso de oxidación de lípidos, debido a que los dobles enlaces son propensos a reaccionar con el oxígeno y así formar peróxidos. Según la norma venezolana general para aceites vegetales comestibles, el rango para el índice de yodo está comprendido entre (56,0 – 145,0), lo cual aplica para el aceite en estudio. El aceite de la semilla de uva debido al índice de yodo obtenido puede clasificarse como aceite no secante, ya que el índice no supera el valor de (110,0 cg I<sub>2</sub>/g).

#### **4.3.2. Análisis fisicoquímicos a partir de los requisitos de calidad**

En la tabla 4.9. se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados al aceite de la semilla de uva a partir de los requisitos de calidad.

**TABLA 4.9.**  
**REQUISITOS DE CALIDAD DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA**

Característica fisicoquímica	Unidades	Valor
Color	UA	Amarillo : 70
	UR	Rojo : 6
	UAZ	Azul : 9
Índice de acidez ( $I_A \pm 0,08$ )	mg KOH/1 g	65,36
Índice de peróxidos ( $I_P \pm 2$ )	meq O <sub>2</sub> /kg	44

El color del aceite para las unidades de amarillo y rojo se encuentran dentro de lo exigido mientras que se encuentra un poco elevado las unidades de azul, es de vital importancia hacer notar que el patrón de referencia es el aceite de semilla de uva refinado, por lo tanto es de esperarse que los valores sean superiores para el aceite crudo, esto debido a la posible oxidación de los ácidos grasos del aceite, por las altas temperaturas en el proceso de extracción usando el equipo Soxhlet o al tiempo y condiciones de almacenamiento. Además de esto se realizó la determinación de color de saponificación, arrojando los siguientes resultados: Amarillo (70 UA), Rojo (13 UR) y Azul (14 UAZ); los valores se encuentran desviados del máximo permitido, pero aún así son características controlables dentro de la industria jabonera a través del proceso de refinación de la grasa.

La acidez y el índice de acidez del aceite de la semilla de uva se encuentran muy superiores al nivel exigido tanto por la norma venezolana general para aceites vegetales comestibles como lo reportado por la bibliografía, cuyos valores oscilan entre (2,0 – 1,0) respectivamente. Este valor tan alto del índice de acidez se debe al alto contenido de ácidos grasos libres presentes en el aceite, los cuales son los responsables de la oxidación de lípidos en el aceite y por lo tanto contribuyen a la rancidez del mismo. Estos ácidos grasos libres se han formado por cadenas de ácidos grasos hidrolizadas desde la estructura básica del triglicérido. El proceso de extracción por solvente favorece la descomposición de las cadenas de triglicéridos debido al calor, lo cual da origen a una mayor cantidad de ácidos grasos libres, además de esto, el

método de separación del aceite y el solvente involucra presencia de calor y contacto con oxígeno, lo cual ocasiona el mismo efecto, afectando en cierta medida la calidad del aceite obtenido.

El índice de peróxidos obtenido para el aceite de la semilla de uva no se encuentra dentro de las especificaciones de la norma venezolana general para aceites vegetales comestibles ya que ella estipula que este debe encontrarse en un rango de (2,0 – 5,0), tampoco cumple con lo establecido en la bibliografía (máx. 10). Para este caso el índice de peróxidos resultó  $(44 \pm 2)$  mg KOH/g, lo que indica que el aceite ha sufrido un acelerado proceso de oxidación, esto concuerda con lo descrito anteriormente ya que al disminuir el índice de yodo y desviarse de una manera apreciable del reportado por la bibliografía sugiere una marcada oxidación de los ácidos grasos insaturados presentes en el aceite.

#### **4.3.3. Composición de ácidos grasos**

En la tabla 4.10. se muestran los resultados obtenidos en cuanto a la composición en ácidos grasos del aceite de la semilla de uva, obtenido a partir de cromatografía de gases. Los valores del contenido en los distintos ácidos grasos analizados se encuentran dentro de los intervalos exigidos por la bibliografía consultada, palmítico (5,5 % – 11,0 %), esteárico (3,0 % - 6,5 %), oleico (12,0 % - 28,0 %) y linoleico (58,0 % - 78,0 %). El aceite obtenido posee un elevado contenido en ácido linoleico (omega 6), un ácido graso esencial en la dieta humana, ya que no se sintetiza en las células y debe ser ingerido a través de la alimentación. Es un importante constituyente de las estructuras y membranas celulares, precursor de las prostaglandinas y controlador del contenido lipídico en la sangre según Sineiro J. y col (1995). Los resultados son similares a los obtenidos por Guerra E. y Zúñiga M. (2003), los cuales determinaron que gracias al alto contenido de omega 6, el aceite de la semilla de uva eleva el colesterol bueno (HDL) y baja el colesterol malo (LDL). También se ha demostrado que previene la hipertensión y normaliza las lesiones causadas por la diabetes y la obesidad.



**TABLA 4.10.**  
**PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA**

Ácido graso	Porcentaje (%)
Palmítico (C16 : 0)	9,3126
Esteárico (C18 : 0)	5,9768
Oleico (C18 : 1)	15,3157
Linoleico (C18 : 2)	67,0422
No detectables	2,3526

#### **4.4.DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL ACEITE EXTRAÍDO EN UN PERÍODO DE TIEMPO.**

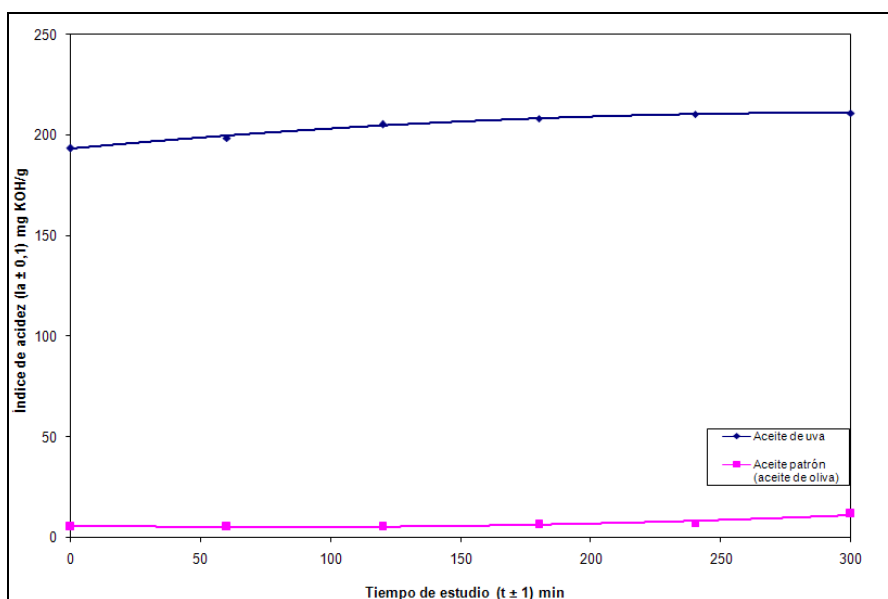
Los valores del índice de acidez y peróxidos inicialmente se encontraron bastante elevados debido a la degeneración que sufre el aceite por la presencia de altas temperaturas en el proceso de extracción. El aceite de uva debido al alto porcentaje de ácidos grasos insaturados presenta una gran tendencia a formar radicales libres, estos radicales reaccionan con el oxígeno y forman gran cantidad de peróxidos lipídicos, estos peróxidos se rompen en varias etapas formando una amplia variedad de productos de descomposición, entre los cuales se pueden mencionar los aldehídos, las cetonas, furanos y ácidos; dichos productos son los responsables del enranciamiento de los aceites y grasas tal como lo expone Larrañaga I. y otros (1997).

La medición de los índices de acidez y peróxidos se realizó durante un periodo de 5 horas, tanto para el aceite de la semilla de uva como para el aceite de oliva usado como patrón. En la tabla 4.11 se puede observar los resultados obtenidos de índices de acidez y peróxidos en el tiempo de estudio.

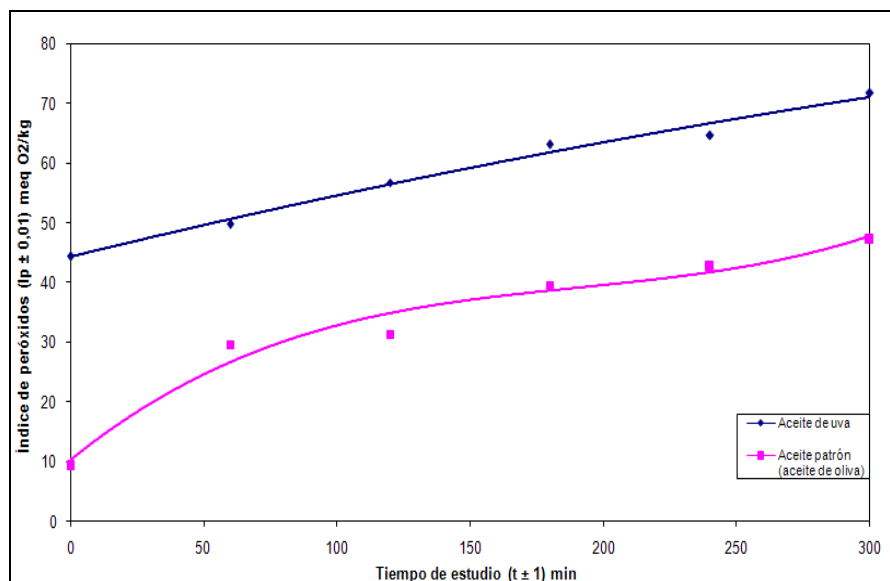
**TABLA 4.11.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN LA EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE ACIDEZ Y DE PERÓXIDOS PARA LAS DIFERENTES MUESTRAS EN FUNCIÓN DEL TIEMPO**

Tiempo de evaluación ( $T_e \pm 1$ ) min	Índice de acidez ( $I_A \pm 0,08$ ) mg KOH/g		Índice de peróxidos ( $I_P \pm 2$ ) meq O <sub>2</sub> /kg	
	I	II	I	II
0	193,38	5,35	44	9
60	198,43	5,14	50	30
120	205,32	5,26	57	31
180	208,20	6,42	63	39
240	210,43	7,07	65	43
300	210,94	11,72	72	47

Tal como se puede apreciar en las tablas los valores de los índices de acidez y peróxidos no presentan variaciones significativas o grandes fluctuaciones en el tiempo sometidos a calentamiento, lo cual es un indicativo de la estabilidad de ambos aceites frente a la oxidación de sus ácidos grasos, dicho comportamiento se puede apreciar con mayor claridad en las figuras 4.1 y 4.2, mostradas a continuación:



**Figura 4.1.** Índice de acidez del aceite de la semilla de uva y del aceite de oliva en función del tiempo



**Figura 4.2.** Índice de peróxidos del aceite de la semilla de uva y del aceite de oliva en función del tiempo

La diferencia tan grande que existe en el índice de acidez y peróxidos entre ambos aceites es debido principalmente a los métodos de obtención de los mismos; cabe resaltar que el aceite de oliva utilizado como patrón, se obtuvo a través de prensado en frío, por lo tanto no fue sometido a ningún tratamiento térmico, además de esto es un aceite comestible ya refinado, proceso en el cual se eliminan los ácidos grasos libres presentes en el aceite, por lo tanto es lógico que los valores sean mucho menores que para el aceite crudo de la semilla de uva.

#### 4.5. ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO A PARTIR DEL HOLLEJO DE LA UVA.

Después de la realización del análisis proximal al hollejo del orujo de uva (ver tabla 4.3.) se observó alto contenidos de fibra y proteínas, características que se pretenden aprovechar con la realización de una galleta dulce de hollejo de uva. La ingestión de fibra está asociada a una variedad de efectos fisiológicos que incluyen incremento en el peso, disminución de los niveles de colesterol, disminución de la respuesta glicémica a los alimentos, efecto en el riesgo de cáncer de colon según lo expuesto por Cannet R. y

col. (2004). Se ha investigado la incorporación de fibra de varias fuentes en la elaboración de galletas. Así mismo se ha observado que la adición de fibra puede alterar algunas propiedades de los alimentos como apariencia, sabor y textura. Por lo tanto, el objetivo fue determinar los niveles de adición de cascarilla de orujo de uva en la elaboración de galletas sin alterar el nivel de aceptación así como el valor nutricional de la fibra y de proteínas.

Se elaboraron galletas con 5 niveles de adición de cascarilla, las cuales fueron sometidas a un análisis sensorial preliminar para poder determinar cual formulación era la de mayor aceptación, dentro de los atributos evaluados estuvo el color, el sabor, el olor, la apariencia y la textura. Después de la aplicación de la prueba de rangos no se obtuvo diferencias significativas entre las muestras y todas se encontraron dentro de los parámetros de aceptación, siendo los rangos de diferencias significativas 85 – 185, en la tabla 4.12, se puede apreciar los resultados después de la aplicación de la prueba de rango.

**TABLA 4.12.**  
**EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS EN DIFERENTES FORMULACIONES DE GALLETAS DE HOLLEJO DE UVA A PARTIR DE LA PRUEBA DE RANGO**

Característica	Formulación de la galleta				
	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %
Color	39	19	19	32	26
Olor	42	23	19	29	22
Sabor	36	20	18	32	32
Textura	37	18	27	24	24
Apariencia	41	18	20	32	32
<b>Total</b>	<b>195</b>	<b>98</b>	<b>103</b>	<b>149</b>	<b>129</b>

Como se puede apreciar en la tabla anterior, las formulaciones de 20 %, 30 %, 40 % y 50 % se encuentran dentro del rango de diferencias significativas, lo cual indica que no existen marcadas diferencias de aceptación entre las formulaciones mencionadas.

La formulación del 10 % se encuentra por encima del nivel máximo significativo reflejando un mayor nivel de preferencia, por lo tanto se escoge como formulación definitiva. En la tabla 4.13 aparece reflejada la formulación definitiva.

**TABLA 4.13.**  
**FORMULACIÓN DE LA GALLETA ELABORADA CON 10 % DE ADICIÓN DE HOLLEJO DE UVA**

<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad (g ± 0,5) g</b>
Harina de trigo	360,0
Harina de hollejo de uva	40,0
Azúcar	150,0
Mantequilla sin sal	200,0
Vainilla	7,5

Después de elaborar la galleta con la formulación definitiva se procedió a caracterizarla dimensionalmente, obteniéndose un valor medio de las características principales, las mismas están reflejadas en la tabla 4.14.:

**TABLA 4.14.**  
**CARACTERIZACIÓN MÁSCICA Y DIMENSIONAL DE LA GALLETA ELABORADA A PARTIR DEL HOLLEJO DE UVA**

<b>Peso (P ± 0,6) g</b>	<b>Diámetro (D ± 0,1) cm</b>	<b>Espesor (E ± 0,04) cm</b>
5,3	3,9	0,72

**TABLA 4.15.**  
**CARACTERIZACIÓN PROXIMAL DE LA GALLETA ELABORADA A PARTIR DEL HOLLEJO DE UVA**

<b>Humedad (H ± 0,003) %</b>	<b>Cenizas (C ± 0,002) %</b>	<b>Grasa (G ± 0,004) %</b>	<b>Proteínas (P ± 0,04) %</b>	<b>Carbohidratos (Car ± 0,05) %</b>
3,494	0,140	24,454	6,11	65,80

En la tabla 4.15 se puede observar que el contenido de proteínas presentes en las galletas es un valor nutricional considerable, el nivel de cenizas se encuentra por debajo del máximo permitido y el porcentaje de fibra también es importante debido a que estaría contribuyendo en la inclusión de fibra en la dieta normal de una manera fácil y práctica aprovechando a su vez un subproducto considerado residuo industrial. Los valores obtenidos se encuentran por debajo de los tomados como referencia, expuestos por Canett R. y col. (2004), quienes obtuvieron 6,5 % de humedad, 8,26 % de proteína, 22,27 % de grasa cruda, 2,35 % de cenizas y 9,78 % de fibra cruda. Dichas discrepancias pueden deberse a la variedad de uva utilizada y a las condiciones climáticas y experimentales. En cuanto al nivel de fibra éste se determinó a partir del método de fibra cruda el cual indica la cantidad de materia soluble e insoluble presente en la muestra mientras que la determinación de fibra detergente neutra indica la cantidad de materia insoluble en el organismo. En la tabla 4.16. se puede apreciar los resultados obtenidos para la determinación de fibra por el método de fibra cruda y fibra detergente neutra.

**TABLA 4.16.**

**FIBRA CRUDA, FIBRA DETERGENTE NEUTRO Y FIBRA DETERGENTE ÁCIDA DE LA GALLETA ELABORADA A PARTIR DEL HOLLEJO DE UVA**

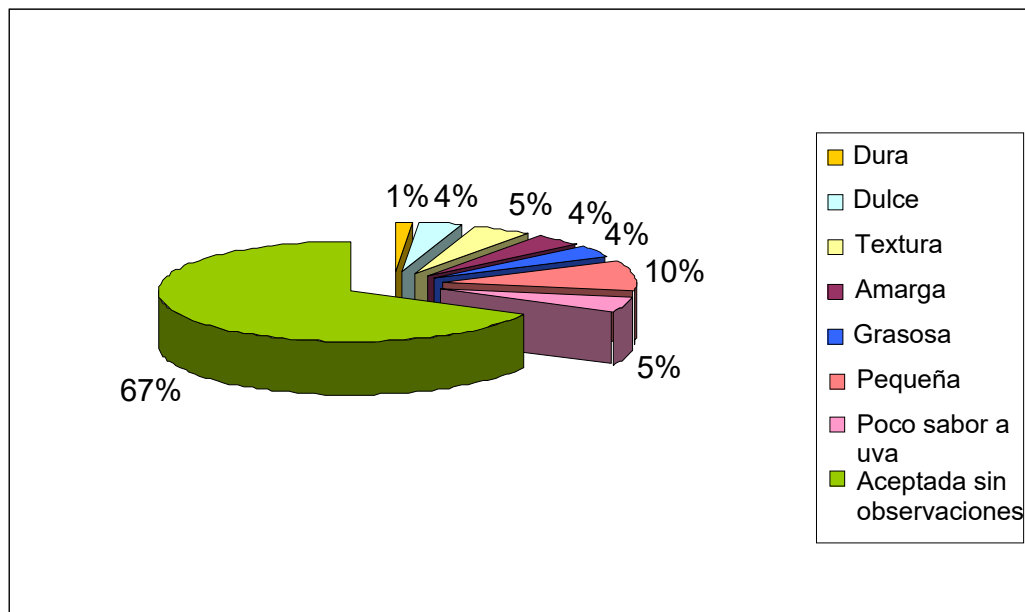
<b>Característica</b>	<b>Resultado</b>	<b>Proporción (%)</b>
Fibra cruda (F $\pm$ 0,01) %	3,12	100,0
Fibra detergente neutro (FDN $\pm$ 0,02) %	1,24	39,7
Fibra detergente ácida (FDA $\pm$ 0,02) %	1,88	60,3

Adicionalmente a la galleta obtenida se le realizó un análisis microbiológico de mohos y levaduras, dando < 1 las unidades formadoras de colonias (UFC). Según la norma COVENIN 1483:2001, el valor máximo permitido para galletas sin relleno con frutas deshidratadas es de  $5 \cdot 10^2$ , por lo tanto, la galleta se encuentra dentro de los parámetros microbiológicos exigidos y está apta para consumo humano. Como análisis adicional se realizó la carga de aerobios mesófilos y termófilos, dando como resultado una carga de  $5 \cdot 10^1$  UFC para los aerobios mesófilos y 0 UFC para los termófilos. La

carga bacteriana encontrada puede deberse a contaminación de la muestra por servilletas, ya que una vez elaboradas la mismas se les puso en contacto con servilletas de papel las cuales contenían cierta cantidad de impurezas alterando la muestra, pero cabe resaltar que esta carga aún es permitida para los alimentos de consumo humano.

#### 4.6. EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO ELABORADO

Una vez seleccionada la formulación definitiva se procedió a analizar el nivel de aceptación que presentaba la galleta en una población superior a la estudiada en la prueba de rangos, para esto se seleccionó un grupo de personas con edades variables comprendidas entre 16 y 60 años, a los cuales según un formato tipo encuesta después de probar la galleta se les preguntó si consideraban la galleta dentro de sus gustos personales como aceptables, siendo la respuesta muy positiva en la mayoría de los casos. Después de procesar las 80 encuestas aplicadas, se obtuvo que el nivel de aceptación del 100 % fue reflejado sólo por el 67 % de los encuestados, mientras que otro 33 % no rechazó la galleta pero criticó algunos aspectos que no influyeron en la aceptación de la misma. En la figura 4.3 se puede apreciar los niveles de aceptación de la galleta considerando el porcentaje de críticas constructivas que existieron.



**Figura 4.3.** Nivel de aceptación de la galleta elaborada con hollejo de uva

#### 4.7. RELACIÓN COSTO – BENEFICIO DE LA REALIZACIÓN DEL PRODUCTO

En la tabla 4.17. se muestran los costos asociados a la extracción de aceite crudo de la semilla de uva. Se observa un alto costo de producción debido a que se considera un 5 % en pérdidas de n-hexano por evaporación en todo el proceso de extracción, a pesar de que este solvente se recupera y se reutiliza, el costo de adquisición es elevado. Otro factor que afecta el costo de producción del aceite es el consumo energético, el cual es elevado debido al poco rendimiento que se obtiene del proceso de extracción y se hace necesario realizar la extracción en varias cargas para así obtener una cantidad considerable de aceite. El costo de los análisis de identidad y calidad del aceite también aparecen reflejados en la tabla 4.17., dichos análisis son de elevado costo pero estos deberán ser realizados cada vez que se utilice orujos de diferentes cosechas o que se obtenga aceite con características organolépticas desagradables.

**TABLA 4.17.**  
**COSTOS ASOCIADOS A LA EXTRACCIÓN DE ACEITE CRUDO DE LA SEMILLA DE UVA**

<b>Categoría</b>	<b>Costos totales (Bs.F./L)</b>
Costos de materia prima	33,66
Costos energéticos	6,46
<b>Costos de producción</b>	<b>40,12</b>
Costos de análisis químicos	93,02
<b>Precio de venta (precio de referencia)</b>	<b>54,83</b>
<b>Relación costo-beneficio</b>	<b>1,367 (adim)</b>

Los costos asociados a la producción de la galleta dulce se encuentran reflejados en la tabla 4.18., en donde se aprecia que elaborar la galleta es relativamente económico, ya que los costos de energía no son tan significativos debido a que la

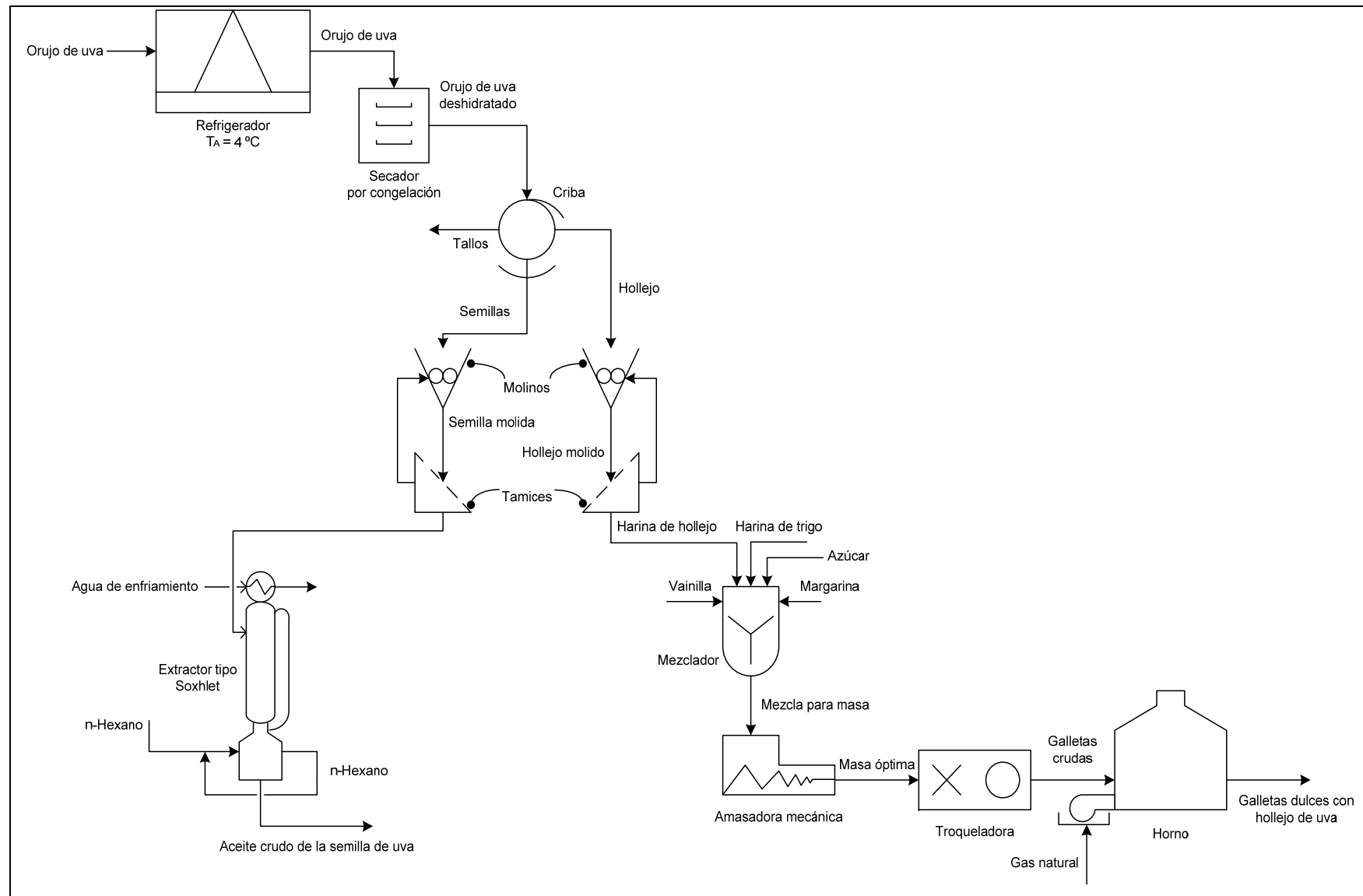


fuelle de energía, que es la parte más crítica del proceso, es el gas natural y su precio es el más económico entre los combustibles generadores de energía. Los costos que representan una mayor inversión son los involucrados en el análisis proximal y los análisis microbiológicos, pero no son realizados constantemente por lo tanto no afectan de manera sustancial el precio del producto final.

**TABLA 4.18.**  
**COSTOS ASOCIADOS A LA ELABORACIÓN DE LA GALLETA DULCE A PARTIR DEL HOLLEJO DE UVA**

<b>Categoría</b>	<b>Costos totales (Bs.F./kg)</b>
Costos de materia prima	2,20
Costos energéticos	0,05
<b>Costos unitario de la galleta</b>	<b>0,012 (Bs.F./galleta)</b>
<b>Costos de producción</b>	<b>2,25</b>
Costos de análisis químicos	22,20
Costos de análisis microbiológico	86,00
<b>Ahorro</b>	<b>0,14</b>
<b>Precio de venta</b> <i>(20 % por debajo del precio de referencia)</i>	<b>5,76</b>
<b>Relación costo-beneficio</b>	<b>2,614 (adim)</b>

En vista de que el orujo de uva es aprovechable como materia prima para elaborar productos, en la figura 4.4. se refleja el diagrama del proceso de una posible planta que reutilice éste residuo para extraer aceite a partir de la semilla y elaborar galletas dulces a partir del hollejo, logrando de ésta manera innumerables beneficios en materia de salud y diversas fuentes de empleo.



**Figura 4.4.** Flujograma de proceso de planta procesadora de orujo de uva para la extracción de aceite crudo a partir de la semilla y elaboración de galleta dulce.

---

## CONCLUSIONES

1. El orujo de uva está compuesto en un 95 % de semilla y hollejo, materia prima aprovechable en la industria.
2. El orujo de uva está compuesto por:  $(40,869 \pm 0,001)$  % de hollejo,  $(55,568 \pm 0,001)$  % de semilla y  $(3,563 \pm 0,001)$  % de tallos.
3. El hollejo es el constituyente del orujo de uva con más alto contenido de humedad, cenizas y proteínas.
4. La semilla es el constituyente del orujo de uva con mayor contenido de grasa cruda y carbohidratos, específicamente fibra cruda.
5. La variable que afecta en mayor proporción el rendimiento del proceso de extracción de aceite de la semilla de uva es el tamaño de partícula, con un tamaño óptimo de 250  $\mu\text{m}$ .
6. Se obtuvo un rendimiento óptimo del proceso de extracción de aceite de  $(14,638 \pm 0,004)$  % para un tamaño de partícula de 250  $\mu\text{m}$ , un tiempo de extracción de 5 h y una masa de 10 g.
7. El índice de yodo es una medida de los ácidos grasos insaturados del aceite.
8. El índice de saponificación, acidez y peróxidos se encuentran por encima de los valores bibliográficos.
9. El valor del índice de saponificación sugiere el uso de éste como jabón en la industria cosmética.
10. El aceite de la semilla de uva posee contenido un 67 % de ácido linoleico (ácido graso esencial "Omega 6").
11. El aceite de la semilla de uva eleva el colesterol bueno (HDL) y baja el colesterol malo (LDL), previene la hipertensión y normaliza las lesiones causadas por la diabetes y la obesidad.
12. El aceite de la semilla de uva se oxida fácilmente favorecido por el contenido de ácidos grasos insaturados, poliinsaturados y por el aumento de temperatura.
13. Para obtener un aceite con baja rancidez es necesario extraerlo por un método en el que no sea sometido a calentamiento.

14. El aceite de la semilla de uva se considera un aceite estable en el tiempo al ser sometido a condiciones desfavorables.
15. El nivel de aceptación mayoritario en la prueba de rango lo obtuvo la formulación del 10 % aunque no existió diferencias significativas entre las muestras.
16. La galleta elaborada a partir del hollejo de uva obtuvo un 100 % de aceptación en el universo de encuestados, con un 67 % de personas sin ninguna observación y un 33 % con algunas observaciones y recomendaciones.
17. La galleta elaborada posee cualidades beneficiosas para el incremento de peso, disminución de efectos de cáncer de colon y recto, disminución de los niveles de colesterol, entre otros.
18. El hollejo del orujo de uva se puede utilizar como ingrediente en la elaboración de galletas con un nivel de agrado aceptable y un alto valor nutricional.
19. La textura, el olor, color, el sabor y la apariencia son atributos claves en el análisis sensorial.
20. La galleta elaborada a partir del hollejo de uva presenta unas dimensiones promedio de  $(3,9 \pm 0,1)$  cm de diámetro,  $(0,72 \pm 0,04)$  cm de espesor y  $(5,6 \pm 0,6)$  g de peso.
21. La producción de la galleta de hollejo de uva y la extracción de aceite de la semilla de uva son proyectos viables desde el punto de vista económico.

## RECOMENDACIONES

- Estudiar otros métodos de extracción con la finalidad de obtener mejores rendimientos.
- Elaborar otros productos alimenticios a partir del hollejo de uva.
- Obtener el aceite a partir del prensado en frío con la finalidad de disminuir la oxidación.
- Realizar la evaluación del aceite con diferentes tipos de antioxidantes para comprobar cual es el más recomendable.
- Determinar la factibilidad económica de un proceso a nivel industrial de aprovechamiento del orujo de uva.

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. S/A (2008). **Aceites**. Disponible en <http://www.wikipedia>, la enciclopedia libre.com. consultado en marzo 2008.
2. Badui, Salvador (2006). **Química de los alimentos**. Longman de México Editores. 4<sup>ta</sup> edición México.
3. Bailey, A (1961). **Química de los alimentos**. Editorial universidad. 2<sup>da</sup> edición México.
4. Bernardini, E (1961). **Tecnología de aceites y grasas**. Madrid España.
5. Beveridge, T., Girard, B., Kopp, T. and Drover, J (2005). **Yield and composition of grape seed oils extracted by supercritical carbon dioxide and petroleum ether: varietals effects**. Journal agricultural and food chemistry. Canada.
6. Canett, R., Ledezma, A., Robles, R., Sánchez, R., León, L. y León, R. (2004). **Caracterización de galletas elaboradas con cascarillas de orujo de uva**. Departamento de Investigación y Postgrado en Alimentos. Universidad de Sonora México.
7. Comisión venezolana de normas industriales COVENIN 30: 1997 (1997). **Aceites y grasas vegetales. Norma general**. COVENIN 3<sup>era</sup> revisión.
8. Comisión venezolana de normas industriales COVENIN 703: 1996 (1996). **Aceites y grasas vegetales. Determinación de la densidad relativa**. COVENIN 2<sup>da</sup> revisión.
9. Comisión venezolana de normas industriales COVENIN 702: 2001 (2001). **Aceites y grasas vegetales. Determinación del índice de refracción**. COVENIN 2<sup>da</sup> revisión.
10. Comisión venezolana de normas industriales COVENIN 323: 1998 (1998). **Aceites y grasas vegetales. Determinación del índice de saponificación**. COVENIN 2<sup>da</sup> revisión.
11. Comisión venezolana de normas industriales COVENIN 324: 2001 (2001). **Aceites y grasas vegetales. Determinación del índice de yodo por el método de wijs**. COVENIN 4<sup>ta</sup> revisión.

12. Comisión venezolana de normas industriales COVENIN 1191: 1996 (1996). **Aceites y grasas vegetales. Determinación del índice de color.** COVENIN 1<sup>ra</sup> revisión.
13. Comisión venezolana de normas industriales COVENIN 325: 2001 (2001). **Aceites y grasas vegetales. Determinación del índice de acidez.** COVENIN 3<sup>ra</sup> revisión.
14. Comisión venezolana de normas industriales COVENIN 508: 2001 (2001). **Aceites y grasas vegetales. Determinación del índice de peróxido.** COVENIN 2<sup>da</sup> revisión.
15. Comisión venezolana de normas industriales COVENIN 1483: 2001 (2001). **Alimentos. Galletas.** COVENIN 1<sup>ra</sup> revisión.
16. Comisión venezolana de normas industriales COVENIN 3178: 1995 (1995). **Alimentos. Determinación de fibra detergente neutro.** COVENIN 1<sup>ra</sup> revisión.
17. Comisión venezolana de normas industriales COVENIN 1156: 1979 (1979). **Determinación de humedad.** COVENIN 1<sup>ra</sup> revisión.
18. Comisión venezolana de normas industriales COVENIN 1155: 1979 (1979). **Determinación de cenizas.** COVENIN 1<sup>ra</sup> revisión.
19. Comisión venezolana de normas industriales COVENIN 3218: 1996 (1996). **Determinación de grasa cruda.** COVENIN 2<sup>da</sup> revisión.
20. Comisión venezolana de normas industriales COVENIN 1195: 1980 (1980). **Determinación de proteínas.** COVENIN 1<sup>ra</sup> revisión.
21. Comisión venezolana de normas industriales COVENIN 1194: 1979 (1979). **Determinación de fibra cruda.** COVENIN 1<sup>ra</sup> revisión.
22. De la Vara, R. y Gutiérrez H (2004). **Control estadístico de calidad y seis sigmas.** Mc Graw Hill México. 1<sup>era</sup> edición.
23. Fantozzi, P. y Betschart, A (1981). **Grape seed: potential source of protein.** Journal Am oil chem soc.
24. Gokturk, B., Oskan G. y Sema E (2007). **Resumen de caracterización de extractos de aceite de orujo y pepita de uva.** Universidad de la Rioja.

25. Guerra, E. y Zúñiga, M (2003). **Tratamiento enzimático en la extracción de aceite de pipa de uva, *Vitis vinífera*, por prensado en frío.** Grasas y aceites, vol. 54, fasc. 1. Chile.
26. Larrañaga, I., Carballo, J., Rodríguez, M. y Fernández J (1997). **Control e higiene de los alimentos.** Mc Graw Hill México. 2<sup>da</sup> edición.
27. Mackey, A., Flores, I. y Sosa, M (1984). **Evaluación sensorial de los alimentos.** Ediciones Ciepe. 2<sup>da</sup> edición.
28. Madrid, A., Cenzano, I. y Vicente, J (1997). **Manual de aceites y grasas comestibles.** Editorial Mundi-prensa. 1<sup>era</sup> edición.
29. Mafart, P. y Beliard, E (1994). **Ingeniería industrial alimentaria.** Editorial Acribia. Zaragoza España.
30. Manrique, J. y Callata, M (2005). **Evaluación técnico-económica del aprovechamiento de la semilla de mango (*Mangifera indica* L) como materia prima para la elaboración de productos alimenticios.** Ingeniería Química Universidad de Carabobo.
31. Montgomery, D (1991). **Diseños y análisis de experimentos.** Editorial Iberoamericana. México.
32. Quintero, L (2001). **Estabilidad y efecto antioxidante del aceite de la semilla de uva (*Vitis Vinífera*).** Ingeniería de Alimentos, Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez, Canoabo.
33. Rubio, M., Pardo, J., Fernández, E., Alvarruiz, A., López, E., Núñez, J., Alfaro, A. t Alfonso, G (2007). **Caracterización del aceite de semilla procedente de distintas variedades de uva. II. Composición en ácidos grasos y esteroides.** Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos (ETSIA). Albacete España.
34. Sánchez, O (2008). **Las partes de la uva.** Disponible en: <http://www.parasaber.com/vinos.htm>. Consultado en marzo de 2008.
35. Segura, F., Echeverry, R., Patiño, A. y Mejía, A (2007). **Descripción y discusión acerca de los métodos de análisis de fibra y el valor nutricional de forrajes y alimentos para animales.** Seielo, vol. 14, fasc. 1. Medellín.
36. Treybal, R (1980). **Operaciones de transferencia de masa.** 2<sup>da</sup> edición. editorial Mc Graw Hill México.



37. Vargas, J. y Quijada, G (2004). **01 Extracción y caracterización del aceite de semilla de uva variedad Carignane**. Revista de salud pública y nutrición. 1<sup>era</sup> edición.

## **APÉNDICE A. DATOS EXPERIMENTALES**

*En ésta sección están contempladas todas las tablas utilizadas durante la fase experimental de éste Trabajo Especial de Grado.*

**A.1. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN MÁSCICA PORCENTUAL DE LOS COMPONENTES DEL ORUJO DE UVA.**

**TABLA A.1.  
CARACTERIZACIÓN MÁSCICA DE LOS COMPONENTES DEL ORUJO DE UVA**

<b>Cascarilla</b> <b>(C<sub>as</sub> ± 0,0001) kg</b>	<b>Semilla</b> <b>(S ± 0,0001) kg</b>	<b>Tallo</b> <b>(T ± 0,0001) kg</b>
6,0117	8,1738	0,5241

**A.2. CARACTERIZACIÓN MÁSCICA Y DIMENSIONAL DE LA SEMILLA DE UVA.**

**TABLA A.2.  
CARACTERIZACIÓN MÁSCICA Y DIMENSIONAL DE LA SEMILLA DE UVA**

<b>Número</b>	<b>Peso</b> <b>(P ± 0,0001) g</b>	<b>Largo</b> <b>(L ± 0,003) cm</b>	<b>Ancho</b> <b>(A ± 0,003) cm</b>
1	0,0311	0,610	0,445
2	0,0467	0,680	0,420
3	0,0451	0,630	0,430
4	0,0391	0,685	0,420
5	0,0493	0,680	0,435
6	0,0326	0,620	0,415
7	0,0437	0,655	0,405
8	0,0358	0,620	0,410
9	0,0467	0,675	0,430
10	0,0416	0,675	0,450
11	0,0387	0,625	0,385
12	0,0449	0,670	0,415
13	0,0490	0,670	0,430
14	0,0374	0,630	0,380

**TABLA A.2. (CONTINUACIÓN)**  
**CARACTERIZACIÓN MÁSCICA Y DIMENSIONAL DE LA SEMILLA DE UVA**

<b>Número</b>	<b>Peso (P ± 0,0001) g</b>	<b>Largo (L ± 0,003) cm</b>	<b>Ancho (A ± 0,003) cm</b>
15	0,0362	0,635	0,435
16	0,0487	0,695	0,425
17	0,0424	0,685	0,420
18	0,0447	0,700	0,420
19	0,0365	0,630	0,430
20	0,0323	0,650	0,415
21	0,0419	0,660	0,425
22	0,0369	0,585	0,390
23	0,0450	0,640	0,415
24	0,0390	0,580	0,400
25	0,0427	0,640	0,400
26	0,0431	0,660	0,430
27	0,0542	0,700	0,440
28	0,0432	0,640	0,405
29	0,0478	0,690	0,420
30	0,0377	0,570	0,400
31	0,0326	0,590	0,410
32	0,0426	0,650	0,415
33	0,0410	0,665	0,425
34	0,0438	0,700	0,405
35	0,0417	0,640	0,420
36	0,0512	0,670	0,420
37	0,0428	0,630	0,425
38	0,0378	0,635	0,385
39	0,0253	0,660	0,375
40	0,0384	0,685	0,400

**TABLA A.3.**  
**CARACTERIZACIÓN MÁSCICA Y DIMENSIONAL DE LA SEMILLA DE UVA**  
**COMERCIAL**

<b>Número</b>	<b>Peso (P ± 0,0001) g</b>	<b>Largo (L ± 0,003) cm</b>	<b>Ancho (A ± 0,003) cm</b>
1	0,0423	0,590	0,425
2	0,0468	0,620	0,460
3	0,0451	0,625	0,455
4	0,0430	0,605	0,410
5	0,0487	0,655	0,435
6	0,0446	0,615	0,440
7	0,0422	0,605	0,400
8	0,0419	0,585	0,415
9	0,0443	0,610	0,430
10	0,0431	0,605	0,420

**A.3. CARACTERIZACIÓN PROXIMAL DE LOS COMPONENTES DEL ORUJO DE UVA.**

- **Determinación del porcentaje de humedad:**

**TABLA A.4.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN EL CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD  
DE LOS COMPONENTES DEL ORUJO DE UVA**

<b>Muestra</b>	<b>Masa pesa-filtro (<math>m_{PF} \pm 0,0001</math>) g</b>	<b>Masa de la muestra húmeda (<math>m_H \pm 0,0001</math>) g</b>	<b>Masa de la muestra seca (<math>m_S \pm 0,0001</math>) g</b>
Semillas	77,9612	10,0388	86,7912
	70,1077	10,0320	78,8950
	78,1969	10,0205	86,9444
Cascarilla	77,1576	10,0263	80,9228
	76,3296	10,1025	80,2059
	76,1415	10,0788	80,0338
Tallos	77,9601	5,0019	80,7048
	70,1063	5,0202	72,5706
	76,1402	5,0372	78,5599

Temperatura de la estufa:  $(85,0 \pm 0,5)$  °C

➤ **Determinación del porcentaje de cenizas:**

**TABLA A.5.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN EL CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE CENIZAS  
DE LOS COMPONENTES DEL ORUJO DE UVA**

<b>Muestra</b>	<b>Masa de cápsula (<math>m_{\text{Cáp}} \pm 0,0001</math>) g</b>	<b>Masa de muestra (<math>m_{\text{M}} \pm 0,0001</math>) g</b>	<b>Masa de cenizas (<math>m_{\text{In}} \pm 0,0001</math>) g</b>
Semillas	20,9696	3,0068	21,0876
	18,4676	3,0135	18,5807
	18,3057	3,0453	18,4154
Cascarilla	17,2408	3,0178	17,7004
	18,4644	3,0300	18,9507
	18,3041	3,0076	18,7774
Tallos	25,1879	2,7450	25,6119
	23,5017	2,4596	23,8969
	25,0936	2,4163	25,4737

Temperatura de la mufla:  $(550,0 \pm 0,5)$  °C

➤ **Determinación del porcentaje de proteínas:**

**TABLA A.6.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN EL CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE  
PROTEÍNAS DE LOS COMPONENTES DEL ORUJO DE UVA**

<b>Tipo de muestra</b>	<b>Masa de muestra (<math>m_{\text{M}} \pm 0,0001</math>) g</b>	<b>Volumen de HCL (<math>V_{\text{HCL}} \pm 0,05</math>) mL</b>
Cascarilla	1,0004	11,70
	1,0001	13,20
Semillas	1,0015	7,90
	1,0002	7,90
	1,0016	7,90
Tallos	1,0028	6,80
	0,9999	7,10

➤ **Determinación del porcentaje de grasa cruda:**

**TABLA A.7.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN EL CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE GRASA  
CRUDA DE LOS COMPONENTES DEL ORUJO DE UVA**

<b>Tipo de muestra</b>	<b>Masa de muestra (<math>m_M \pm 0,0001</math>) g</b>	<b>Masa de balón antes de la extracción (<math>m_{bv} \pm 0,0001</math>) g</b>	<b>Masa de balón después de la extracción (<math>m_{bl} \pm 0,0001</math>) g</b>
Semillas	5,0204	111,3361	111,8179
	5,0183	111,7842	112,2552
	5,0061	103,7746	104,2317
Cascarilla	4,9999	111,3276	111,5644
	5,0131	121,0846	121,2978
	5,0037	103,6917	103,9076
Tallos	5,0210	111,1794	111,2797
	5,0126	119,7023	119,8128
	5,0694	120,6964	120,7624

➤ **Determinación del porcentaje de fibra cruda:**



**TABLA A.8.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN EL CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE FIBRA  
CRUDA DE LOS COMPONENTES DEL ORUJO DE UVA**

<b>Tipo de muestra</b>	<b>Masa de muestra (<math>m_M \pm 0,0001</math>) g</b>	<b>Masa cápsula vacía (<math>m_{cv} \pm 0,0001</math>) g</b>	<b>Masa fibra seca (<math>m_s \pm 0,0001</math>) g</b>	<b>Masa fibra incinerada (<math>m_{in} \pm 0,0001</math>) g</b>
Cascarilla	2,0088	18,4433	19,5459	18,8097
	2,0039	18,3030	19,3799	18,6405
	2,0033	18,4666	19,6270	18,7850
Semilla	2,0004	18,4795	18,8663	18,6379
	2,0005	18,5997	19,1538	18,7947
	2,0016	19,4883	19,3078	19,5975
Tallos	2,0583	19,2134	19,8962	19,2900
	2,0640	19,9162	20,5945	19,9979
	2,0167	19,4887	20,1826	19,5637

#### A.4. EXTRACCIÓN DEL ACEITE CONTENIDO EN LA SEMILLA DE UVA.

**TABLA A.9.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN LA DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA  
EXTRACCIÓN DE ACEITE**

<b>Dedal</b>	<b>Tiempo de extracción (<math>t \pm 0,5</math>) h</b>	<b>Masa de muestra (<math>m \pm 0,0001</math>) g</b>	<b>Tamaño de partícula (<math>t_m \pm 1</math>) <math>\mu</math>m</b>	<b>Masa inicial del balón (<math>m_i \pm 0,0001</math>)g</b>	<b>Masa final del balón (<math>m_f \pm 0,0001</math>)g</b>
2	3,0	7,0617	250	119,4392	120,3653
3		7,0534		110,9216	111,8428
4		7,0553		112,8735	113,7987
1	3,0	7,2085	500	111,0931	111,7094
2		7,0428		119,6078	120,2514
3		7,4136		120,4427	121,1116

**TABLA A.9.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN LA DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA  
EXTRACCIÓN DE ACEITE (CONTINUACIÓN)**

<b>Dedal</b>	<b>Tiempo de extracción (t ± 0,5) h</b>	<b>Masa de muestra (m ± 0,0001) g</b>	<b>Tamaño de partícula (t<sub>m</sub> ± 1) μm</b>	<b>Masa inicial del balón (m<sub>i</sub> ± 0,0001)g</b>	<b>Masa final del balón (m<sub>f</sub> ± 0,0001)g</b>
4	3,0	6,9972	850	120,3795	120,7465
5		7,0010		103,3918	103,7578
6		7,0437		112,9576	103,4497
5	3,0	10,0213	250	112,5016	113,8004
6		10,1106		120,2809	121,5864
3		10,1831		111,3397	112,6824
4	3,0	10,0477	500	112,6797	113,5319
5		10,1524		113,1221	114,0182
6		10,5154		103,6250	104,4920
1	3,0	10,0486	850	110,9970	111,6235
2		10,0491		119,5168	120,1490
3		10,1015		120,5945	121,2176
1	3,0	13,0944	250	111,3317	113,1004
2		13,3747		119,4503	121,2594
3		13,0681		120,5309	122,2921
4	3,0	13,3035	500	120,7066	122,1132
5		13,2276		103,3125	104,7383
6		13,1478		113,2931	114,6785
4	3,0	13,1585	850	120,3652	121,1822
5		13,0345		103,3849	104,1941
6		13,0065		112,9435	113,7562
1	5,0	7,1671	250	111,9173	112,7675
2		7,1672		119,4506	120,3069
3		7,1525		120,5292	121,3827

**TABLA A.9.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN LA DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA  
EXTRACCIÓN DE ACEITE (CONTINUACIÓN)**

<b>Dedal</b>	<b>Tiempo de extracción (t ± 0,5) h</b>	<b>Masa de muestra (m ± 0,0001) g</b>	<b>Tamaño de partícula (t<sub>m</sub> ± 1) μm</b>	<b>Masa inicial del balón (m<sub>i</sub> ± 0,0001)g</b>	<b>Masa final del balón (m<sub>f</sub> ± 0,0001)g</b>
4	5,0	7,0586	500	120,3019	121,1045
5		7,0020		103,7178	104,4970
6		7,2412		113,1220	113,9162
4	5,0	7,1076	850	119,4758	119,8872
5		7,0624		111,3366	111,7420
6		7,0113		112,5527	112,9578
1	5,0	10,0162	250	111,0067	112,4750
2		10,0097		119,5324	120,9963
3		10,1021		120,6080	122,0858
4	5,0	10,0249	500	120,3873	121,4285
5		10,0494		103,4003	104,4207
6		10,0515		112,9619	113,9853
4	5,0	10,0325	850	120,5432	121,1432
5		10,1665		103,4731	104,0980
6		10,0059		113,0416	113,6560
1	5,0	13,1637	250	112,9187	114,7084
2		13,0329		119,8507	121,5952
3		13,5077		110,9160	112,6895
1	5,0	13,1301	500	111,1239	112,5090
2		13,0468		120,3051	121,7481
3		13,0257		113,2316	114,5755
1	5,0	13,0418	850	111,0862	111,8748
2		13,0227		119,6116	120,4153
3		13,0125		120,7672	121,5700

**TABLA A.9.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN LA DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA  
EXTRACCIÓN DE ACEITE (CONTINUACIÓN)**

<b>Dedal</b>	<b>Tiempo de extracción (t ± 0,5) h</b>	<b>Masa de muestra (m ± 0,0001) g</b>	<b>Tamaño de partícula (t<sub>m</sub> ± 1) μm</b>	<b>Masa inicial del balón (m<sub>i</sub> ± 0,0001)g</b>	<b>Masa final del balón (m<sub>f</sub> ± 0,0001)g</b>
1	7,0	7,1407	250	111,3599	112,3416
2		7,0686		120,8362	121,7981
3		7,3169		119,5114	120,5157
4	7,0	7,1164	500	110,9747	111,6990
5		7,0489		112,9326	113,6557
6		7,3322		113,0609	113,8172
1	7,0	7,0434	850	112,8617	113,2797
2		7,0412		120,2666	120,6934
3		7,0925		119,4384	119,9344
4	7,0	10,0562	250	113,0170	114,3381
5		10,2261		120,6025	122,0242
6		10,1077		103,3767	104,7417
4	7,0	10,0338	500	120,6263	121,5256
5		10,0342		103,5464	104,4497
6		10,1169		113,2831	114,1903
4	7,0	10,0076	850	111,2920	111,9402
5		10,0091		103,2928	103,9431
6		10,0274		112,7499	113,4083
1	7,0	13,2500	250	110,9198	112,6551
2		13,1365		119,4471	121,1438
3		12,6826		120,5229	122,1991
1	7,0	13,1994	500	112,9457	114,4828
2		13,8980		119,6154	121,2020
3		13,1892		112,5831	114,1015

**TABLA A.9.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN LA DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA**  
**EXTRACCIÓN DE ACEITE (CONTINUACIÓN)**

<b>Dedal</b>	<b>Tiempo de extracción (t ± 0,5) h</b>	<b>Masa de muestra (m ± 0,0001) g</b>	<b>Tamaño de partícula (t<sub>m</sub> ± 1) μm</b>	<b>Masa inicial del balón (m<sub>i</sub> ± 0,0001)g</b>	<b>Masa final del balón (m<sub>f</sub> ± 0,0001)g</b>
4	7,0	13,3033	850	103,7069	104,5538
5		13,0123		111,1037	111,9217
6		13,1722		111,6315	112,5579

**A.5. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA A PARTIR DE LOS REQUISITOS DE IDENTIDAD.**

- **Determinación de la densidad relativa:**

**TABLA A.10.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN EL CÁLCULO DE LA DENSIDAD RELATIVA DEL**  
**ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA**

<b>Masa del picnómetro vacío (m<sub>PV</sub> ± 0,0001) g</b>	<b>Masa del picnómetro con el aceite (m<sub>M</sub> ± 0,0001) g</b>	<b>Masa del picnómetro con agua (m<sub>REF</sub> ± 0,0001) g</b>
18,1877	27,1528	28,0770

- **Determinación del índice de refracción:**

**TABLA A.11.**  
**ÍNDICE DE REFRACCIÓN DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA MEDIDO A UNA**  
**TEMPERATURA DE REFERENCIA**

<b>Temperatura de referencia (T ± 0,5) °C</b>	<b>Índice de refracción (I<sub>R</sub> ± 0,0001) adim</b>
27,0	1,4725

➤ **Determinación del índice de saponificación:**

**TABLA A.12.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE SAPONIFICACIÓN DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA**

<b>Muestra</b>	<b>Masa de la muestra (<math>m_M \pm 0,0001</math>)g</b>	<b>Volumen gastado (<math>V \pm 0,05</math>) mL</b>
1	2,7588	5,00
2	2,7302	4,90

Volumen gastado en la titulación del blanco:  $(26,20 \pm 0,05)$  mL

Normalidad de la solución de HCl: 0,5353 N

➤ **Determinación del índice de yodo:**

**TABLA A.13.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE YODO DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA**

<b>Muestra</b>	<b>Masa de la muestra (<math>m_M \pm 0,0001</math>)g</b>	<b>Volumen gastado (<math>V \pm 0,05</math>) mL</b>
1	0,3622	9,30
2	0,3568	9,20

Volumen gastado en la titulación del blanco:  $(39,00 \pm 0,05)$  mL

Normalidad de la solución de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ : 0,1 N

**A.6. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA A PARTIR DE LOS REQUISITOS DE CALIDAD.**

➤ **Determinación del índice de acidez:**

**TABLA A.14.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE ACIDÉZ  
DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA**

Muestra	Masa de la muestra ( $m_M \pm 0,0001$ )g	Volumen gastado ( $V \pm 0,05$ ) mL
1	3,5530	41,00
2	4,3661	51,50
3	3,5239	40,90

Normalidad de la solución de NaOH: 0,1 N

➤ **Determinación del índice de peróxidos:**

**TABLA A.15.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE  
PERÓXIDOS DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA**

Muestra	Masa de la muestra ( $m_M \pm 0,0001$ )g	Volumen gastado ( $V \pm 0,05$ ) mL
1	5,0330	2,70
2	5,0822	2,80

Volumen gastado en la titulación del blanco: ( $0,50 \pm 0,05$ ) mL

Normalidad de la solución de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ : 0,0996 N

**A.7. ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DEL ACEITE LA SEMILLA DE UVA A PARTIR  
DEL ÍNDICE DE ACIDEZ E ÍNDICE DE PERÓXIDOS.**

➤ **Determinación del índice de acidez:**

**TABLA A.16.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE ÁCIDEZ  
DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA Y DEL ACEITE DE OLIVA EN EL  
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD**

Tiempo de evaluación (T ± 1) min	Masa de la muestra (m <sub>M</sub> ± 0,0001)g		Volumen de NaOH gastado (V ± 0,05) mL	
	Aceite de uva	Aceite de oliva	Aceite de uva	Aceite de oliva
0	1,0371	0,9986	34,10	2,50
	1,0179	0,9960	35,10	2,20
60	1,0112	1,0484	35,70	1,30
	1,0028	1,0300	35,40	1,30
120	0,9273	1,0410	34,70	1,10
	0,9478	0,9926	34,80	1,10
180	0,8916	0,9454	33,40	1,00
	0,9010	0,9808	33,30	0,90
240	0,9196	1,0249	34,30	0,90
	0,9181	1,0430	34,50	1,00
300	0,8555	1,1638	33,00	0,90
	0,8983	1,0960	32,70	1,00

Normalidad de la solución de NaOH: 0,1 N

➤ **Determinación del índice de peróxidos:**



**TABLA A.17.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE  
PERÓXIDOS DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA Y DEL ACEITE DE  
OLIVA EN EL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD**

Tiempo de evaluación (T ± 1) min	Masa de la muestra (m <sub>M</sub> ± 0,0001)g		Volumen de Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> gastado (V ± 0,05) MI	
	Aceite de uva	Aceite de oliva	Aceite de uva	Aceite de oliva
0	1,0140	1,0338	0,50	0,20
	1,0182	1,1205	0,60	0,20
60	1,0200	1,0305	0,60	0,40
	0,9930	1,0010	0,60	0,40
120	0,9010	0,9901	0,60	0,40
	0,8663	0,9305	0,60	0,40
180	0,9362	1,0313	0,70	0,50
	0,8086	1,0108	0,60	0,50
240	0,9309	1,2766	0,70	0,60
		1,0917		0,60
300	0,7441	1,0637	0,70	0,60
	0,4807	0,8486	0,40	0,50

Volumen gastado en la titulación del blanco: (0,10 ± 0,05) mL

Normalidad de la solución de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 0,1003 N

#### **A.8. CARACTERIZACIÓN DIMENSIONAL DE LA GALLETA ELABORADA A PARTIR DEL HOLLEJO DE UVA.**

**TABLA A.18.**  
**CARACTERIZACIÓN MÁSCICA Y DIMENSIONAL DE LAS GALLETAS ELABORADAS**  
**A PARTIR DEL HOLLEJO DE UVA**

<b>Número</b>	<b>Peso (P ± 0,0001) g</b>	<b>Diámetro (D ± 0,003) cm</b>	<b>Espesor (E ± 0,003) cm</b>
1	5,8772	4,100	0,720
2	4,8113	3,370	0,660
3	4,0972	3,880	0,640
4	5,8246	3,960	0,780
5	5,5230	4,090	0,750
6	4,7919	3,900	0,780
7	6,1807	3,860	0,770
8	4,4889	3,780	0,650
9	5,2122	3,860	0,740
10	5,1375	3,740	0,700
11	5,3280	3,855	0,740
12	5,5655	3,855	0,720
13	6,5928	4,140	0,745
14	4,9813	3,800	0,750
15	4,3838	3,800	0,680
16	5,9868	3,830	0,750
17	5,2482	3,790	0,710
18	3,9746	3,640	0,640
19	6,4551	3,880	0,770
20	5,8057	3,920	0,770

**A.9. CARACTERIZACIÓN PROXIMAL DE LA GALLETA ELABORADA A PARTIR DEL HOLLEJO DE UVA.**

- **Determinación del porcentaje de humedad:**

**TABLA A.19.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN EL CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD**  
**DE LA GALLETA ELABORADA A PARTIR DEL HOLLEJO DE UVA**

Muestra	Masa pesa-filtro ( $m_{PF} \pm 0,0001$ ) g	Masa de la muestra húmeda ( $m_H \pm 0,0001$ ) g	Masa de la muestra seca ( $m_S \pm 0,0001$ ) g
1	77,1557	5,0251	81,9788
2	76,1373	5,0150	80,9866
3	76,1860	5,0128	81,0405

Temperatura de la estufa:  $(85,0 \pm 0,5)$  °C

- **Determinación del porcentaje de cenizas:**

**TABLA A.20.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN EL CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE CENIZAS**  
**DE LA GALLETA ELABORADA A PARTIR DEL HOLLEJO DE UVA**

Muestra	Masa de cápsula ( $m_{Cáp} \pm 0,0001$ ) g	Masa de muestra ( $m_M \pm 0,0001$ ) g	Masa de cenizas ( $m_{In} \pm 0,0001$ ) g
1	10,6099	3,0232	10,6503
2	11,5794	3,0201	11,6222
3	9,8042	3,0162	9,8464

Temperatura de la mufla:  $(550,0 \pm 0,5)$  °C

- **Determinación del porcentaje de proteínas:**

**TABLA A.21.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN EL CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE**  
**PROTEÍNAS DE LA GALLETA ELABORADA A PARTIR DEL**  
**HOLLEJO DE UVA**

<b>Tipo de muestra</b>	<b>Masa de muestra (<math>m_M \pm 0,0001</math>) g</b>	<b>Volumen de HCL (<math>V_{HCL} \pm 0,05</math>) mL</b>
1	1,0016	7,00
2	1,0046	7,00
3	1,0038	7,00

➤ **Determinación del porcentaje de grasa cruda:**

**TABLA A.22.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN EL CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE GRASA**  
**CRUDA DE LA GALLETA ELABORADA A PARTIR DEL HOLLEJO DE UVA**

<b>Tipo de muestra</b>	<b>Masa de muestra (<math>m_M \pm 0,0001</math>) g</b>	<b>Masa de balón antes de la extracción (<math>m_{bv} \pm 0,0001</math>) g</b>	<b>Masa de balón después de la extracción (<math>m_{bl} \pm 0,0001</math>) g</b>
1	5,0046	112,7611	113,9276
2	5,0281	109,2486	110,5702
3	5,0210	111,2000	112,3935

➤ **Determinación del porcentaje de fibra cruda:**

**TABLA A.23.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN EL CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE FIBRA  
CRUDA DE LA GALLETA ELABORADA A PARTIR DEL HOLLEJO DE UVA**

<b>Tipo de muestra</b>	<b>Masa de muestra (<math>m_M \pm 0,0001</math>) g</b>	<b>Masa cápsula vacía (<math>m_{cv} \pm 0,0001</math>) g</b>	<b>Masa fibra seca (<math>m_s \pm 0,0001</math>) g</b>	<b>Masa fibra incinerada (<math>m_{in} \pm 0,0001</math>) g</b>
1	2,4913	17,3518	17,4555	17,3776
2	2,5142	14,1536	14,2674	14,1852
3	2,5015	19,4837	19,5905	19,5161

➤ **Determinación del porcentaje de fibra detergente neutro:**

**TABLA A.24.**  
**VARIABLES INVOLUCRADAS EN EL CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE FIBRA  
DETERGENTE NEUTRO DE LA GALLETA ELABORADA A PARTIR  
DEL HOLLEJO DE UVA**

<b>Tipo de muestra</b>	<b>Masa de muestra (<math>m_M \pm 0,0001</math>) g</b>	<b>Masa de la cápsula vacía (<math>m_{bv} \pm 0,0001</math>) g</b>	<b>Masa de la muestra seca (<math>m_{bl} \pm 0,0001</math>) g</b>
1	1,0023	9,9871	9,9976
2	1,0080	10,5175	10,5320
3	1,0060	9,7455	9,7581

## **APÉNDICE B. CÁLCULOS TÍPICOS**

*En ésta sección están contemplados ejemplos ilustrativos de los cálculos realizados, con su respectiva ecuación y valores experimentales a fin de demostrar como se procesó la data experimental de éste Trabajo Especial de Grado.*

## B.1. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LOS COMPONENTES RESIDUALES PROVENIENTES DEL PROCESO DE VINIFICACIÓN.

### B.1.1. Determinación de la composición másica porcentual de los componentes del orujo de uva

Para determinar la composición másica porcentual de cada uno de los componentes del orujo de uva se realizó un análisis gravimétrico y se utiliza la ecuación (1) señalada en el capítulo III. Sustituyendo los valores de la cascarilla reportados en la tabla A.1. del apéndice A, se tiene:

$$X_C = \frac{6,0117 \text{ kg}}{14,7096 \text{ kg}} * 100 = 40,86924 \%$$

Para el cálculo del error se utiliza el método de derivadas parciales y se toma el mayor valor de éstos para así expresar el resultado final con el número correcto de cifras significativas. Éste cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta X_C = \left( \frac{\Delta m_C}{m_T} + \frac{m_C}{m_T^2} \right) * 100$$

Sustituyendo los valores de la cascarilla reportados en la tabla A.1. del apéndice A, se tiene:

$$\Delta X_C = \left( \frac{0,0001 \text{ kg}}{14,7096 \text{ kg}} + \frac{6,0117 \text{ kg} * 0,0001 \text{ kg}}{14,7096 \text{ kg}^2} \right) * 100 = 0,000957 \% \approx 0,001 \%$$

El valor final de la composición másica porcentual para la cascarilla y demás componentes del orujo de uva se expresa de la siguiente manera:

$$X_C = (40,869 \pm 0,001) \%$$

### B.1.2. Caracterización másica y dimensional de la semilla de uva

Para realizar una caracterización másica y dimensional de la semilla de uva se tomó una muestra aleatoria de 40 semillas. Para cada una de las semillas se tomó el peso, longitud y ancho. Por último se calculó un valor promedio para cada una de las características mencionadas anteriormente mediante la siguiente ecuación:

$$i_p = \frac{\sum i_i}{n}$$

Donde:

$i_p$ : valor promedio.

$i_i$ : valor de cada muestra.

$n$ : número de muestras (adim).

Sustituyendo los valores del peso de las semillas reportados en la tabla A.2., se tiene:

$$P_p = \frac{(0,0311 + 0,0467 + \dots + 0,0253 + 0,0384) \text{ g}}{40} = 0,04128 \text{ g}$$

Para el cálculo del error se utiliza la desviación media, se calcula la desviación de cada valor con respecto al valor promedio y se calcula un valor promedio de las desviaciones para así expresar el resultado final con el número correcto de cifras significativas. Éste cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta P_p = \frac{\sum |P_i - P_p|}{n}$$



Sustituyendo los valores del peso de las semillas reportados en la tabla A.2., se tiene:

$$\Delta P_p = \frac{(0,01018 + 0,00542 + \dots + 0,01598 + 0,00288) \text{ g}}{40} = 0,004668 \text{ g} \approx 0,005 \text{ g}$$

El valor final del peso promedio de la semilla de uva se expresa de la siguiente manera:

$$P_p = (0,041 \pm 0,005) \text{ g}$$

### B.1.3. Caracterización proximal de los componentes del orujo de uva

#### ➤ Determinación del porcentaje de humedad:

Para determinar el porcentaje de humedad presente en cada uno de los componentes del orujo de uva se utilizó la metodología señalada por la norma COVENIN 1156:1979 y se dio uso a la siguiente ecuación:

$$H = \left( 1 - \frac{m_s - m_{PF}}{m_M} \right) * 100$$

Donde:

H: porcentaje de humedad de la muestra (%).

$m_s$ : masa de la muestra seca (g).

$m_{PF}$ : masa del pesa-filtro vacío (g).

$m_M$ : masa de la muestra (g).

Sustituyendo los valores de la cascarilla reportados en la tabla A.3. del apéndice A, se tiene:

$$H_c = \left( 1 - \frac{(81,9228 - 77,1576) \text{ g}}{10,0263 \text{ g}} \right) * 100 = 52,472996 \%$$

Para el cálculo del error se utiliza el método de derivadas parciales y se toma el mayor valor de éstos para así expresar el resultado final con el número correcto de cifras significativas. Éste cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta H = \left( \frac{\Delta m_s + \Delta m_{PF}}{m_M} + \frac{\Delta m_M * (m_s - m_{PF})}{m_M^2} \right) * 100$$

Sustituyendo los valores de la cascarilla reportados en la tabla A.3. del apéndice A, se tiene:

$$\Delta H_c = \left( \frac{(0,0001 + 0,0001) \text{ g}}{10,0263 \text{ g}} + \frac{(81,9228 - 77,1576) \text{ g} * 0,0001 \text{ g}}{10,0263 \text{ g}^2} \right) * 100 = 0,002468777 \% \approx 0,002 \%$$

El valor final de la humedad presente en la cascarilla y demás componentes del orujo de uva se expresa de la siguiente manera:

$$H_c = (52,473 \pm 0,002) \%$$

➤ **Determinación del porcentaje de cenizas:**

Para determinar el porcentaje de cenizas presente en cada uno de los componentes del orujo de uva se utilizó la metodología señalada por la norma COVENIN 1155:1979 y se dio uso a la siguiente ecuación:

$$C = \frac{1000 * (m_{CE} - m_{CV})}{(100 - H) * m_M}$$

Donde:

C: porcentaje de ceniza de la muestra (%).

$m_{CE}$ : masa de las cenizas después de la incineración (g).

$m_{CV}$ : masa de la cápsula vacía (g).

Sustituyendo los valores de la cascarilla reportados en la tabla A.4. del apéndice A, se tiene:

$$C_c = \left( \frac{1000 * (17,7004 - 17,2408) \text{ g}}{(100 - 52,473) * 3,0178 \text{ g}} \right) = 3,527159 \%$$

Para el cálculo del error se utiliza el método de derivadas parciales y se toma el mayor valor de éstos para así expresar el resultado final con el número correcto de cifras significativas. Éste cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta C = \left( \frac{(\Delta m_{CE} + \Delta m_{CV})}{(100 - H) * m_M} + \frac{(\Delta m_M * (100 - H) + m_M * \Delta H) * (m_S - m_{PF})}{((100 - H) * m_M)^2} \right) * 1000$$

Sustituyendo los valores de la cascarilla reportados en la tabla A.4. del apéndice A, se tiene:

$$\Delta C_c = \left( \frac{(0,0001 + 0,0001) \text{ g}}{47,527 \% * 3,0178 \text{ g}} + \frac{(0,0001 \text{ g} * 47,527 \% + 3,0178 \text{ g} * 0,002 \%)* 0,4596 \text{ g}}{(47,527 \% * 3,0178 \text{ g})^2} \right) * 1000$$

$$\Delta C_c = 0,0015141 \% \approx 0,002 \%$$

El valor final de las cenizas presente en la cascarilla y demás componentes del orujo de uva se expresa de la siguiente manera:

$$C_c = (3,527 \pm 0,002) \%$$

➤ **Determinación del porcentaje de proteínas:**

Para determinar el porcentaje de proteínas presente en cada uno de los componentes del orujo de uva se utilizó la metodología señalada por la norma COVENIN 1195:1980 y se dio uso a la siguiente ecuación:

$$P = \frac{V_{\text{HCl}} * N_{\text{HCl}} * PE_{\text{N}} * F}{m_{\text{M}}} * 100$$

Donde:

P: porcentaje de proteínas presente en la muestra (%).

$V_{\text{HCl}}$ : volumen gastado en la valoración (L).

$N_{\text{HCl}}$ : normalidad de la solución (eq/L).

$PE_{\text{N}}$ : peso equivalente del nitrógeno (g/eq).

F: Factor de conversión (adim).

Sustituyendo los valores de la cascarilla reportados en la tabla A.5. del apéndice A, se tiene:

$$P_c = \frac{0,0117 \text{ L} * 0,0958 \text{ eq/L} * 14,01 \text{ g/eq} * 6,25}{1,0004 \text{ g}} * 100 = 9,810606 \%$$

Para el cálculo del error se utiliza el método de derivadas parciales y se toma el mayor valor de éstos para así expresar el resultado final con el número correcto de cifras significativas. Éste cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta P = \left( \frac{\Delta V_{\text{HCl}}}{m_{\text{M}}} + \frac{V_{\text{HCl}} * \Delta m_{\text{M}}}{m_{\text{M}}^2} \right) * N_{\text{HCl}} * PE_{\text{N}} * F * 100$$

Sustituyendo los valores de la cascarilla reportados en la tabla A.5. del apéndice A, se tiene:

$$\Delta P_c = \left( \frac{0,00005 \text{ L}}{1,0004 \text{ g}} + \frac{0,0117 \text{ L} * 0,0001 \text{ g}}{1,0004 \text{ g}^2} \right) * 0,0958 \text{ eq/L} * 14,01 \text{ g/eq} * 6,25 * 100$$

$$\Delta P_c = 0,042906 \% \approx 0,04 \%$$

El valor final de las proteínas contenidas en la cascarilla y demás componentes del orujo de uva se expresa de la siguiente manera:

$$P_c = (9,81 \pm 0,04) \%$$

➤ **Determinación del porcentaje de grasa cruda:**

Para determinar el porcentaje de grasa cruda presente en cada uno de los componentes del orujo de uva se utilizó la metodología señalada por la norma COVENIN 1162:1979 y se dio uso a la ecuación (2) señalada en el capítulo III. Sustituyendo los valores de la semilla reportados en la tabla A.6. del apéndice A, se tiene:

$$G_s = \frac{(111,8179 - 111,3361) \text{ g}}{5,0204 \text{ g}} * 100 = 9,596845 \%$$

Para el cálculo del error se utiliza el método de derivadas parciales y se toma el mayor valor de éstos para así expresar el resultado final con el número correcto de cifras significativas. Éste cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta G = \left( \frac{(\Delta m_{bll} + \Delta m_{bv})}{m_M} + \frac{(m_{bll} - m_{bv}) * \Delta m_M}{m_M^2} \right) * 100$$

Sustituyendo los valores de la semilla reportados en la tabla A.6. del apéndice A, se tiene:

$$\Delta G_s = \left( \frac{0,0002 \text{ g}}{5,0204 \text{ g}} + \frac{(111,8179 - 111,3361) \text{ g} * 0,0001 \text{ g}}{5,0204 \text{ g}^2} \right) * 100 = 0,00417 \% \approx 0,004 \%$$

El valor final de la grasa cruda contenido en la semilla y demás componentes del orujo de uva se expresa de la siguiente manera:

$$G_s = (9,597 \pm 0,004) \%$$

➤ **Determinación del porcentaje de carbohidratos:**

Para determinar el porcentaje de carbohidratos presente en cada uno de los componentes del orujo de uva se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Car} = 100 - \text{H} - \text{C} - \text{P} - \text{G}$$

Donde:

Car: porcentaje de carbohidratos del componente (%).

Sustituyendo los valores para la cascarilla se tiene:

$$\text{Car}_c = 100 - 51,888 - 3,257 - 10,44 - 4,435 = 33,23618 \%$$

Para el cálculo del error se utiliza el método de derivadas parciales y se toma el mayor valor de éstos para así expresar el resultado final con el número correcto de cifras significativas. Éste cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta \text{Car} = \Delta \text{H} + \Delta \text{C} + \Delta \text{P} + \Delta \text{G}$$

Sustituyendo los valores para la cascarilla se tiene:

$$\Delta \text{Car}_c = 0,002 + 0,002 + 0,04 + 0,004 = 0,048 \% \approx 0,05 \%$$

El valor final de los carbohidratos contenidos en la cascarilla y demás componentes del orujo de uva se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Car}_C = (33,24 \pm 0,05) \%$$

➤ **Determinación del porcentaje de fibra cruda:**

Para determinar el porcentaje de fibra cruda presente en cada uno de los componentes del orujo de uva se utilizó la metodología señalada por la norma COVENIN 1194:1979 y se dio uso a la siguiente ecuación:

$$F = \frac{(m_F - m_{CE})}{m_M} * 100$$

Donde:

F: porcentaje de fibra cruda de la muestra (%).

$m_F$ : masa de la muestra con fibra (g).

$m_{CE}$ : masa de las cenizas después de la incineración (g).

Sustituyendo los valores de la cascarilla reportados en la tabla A.7. del apéndice A, se tiene:

$$F_C = \frac{(19,1663 - 18,6379) \text{ g}}{2,0004 \text{ g}} * 100 = 26,414717 \%$$

Para el cálculo del error se utiliza el método de derivadas parciales y se toma el mayor valor de éstos para así expresar el resultado final con el número correcto de cifras significativas. Éste cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta F = \left( \frac{(\Delta m_F + \Delta m_{CE})}{m_M} + \frac{(m_F - m_{CE}) * \Delta m_M}{m_M^2} \right) * 100$$

Sustituyendo los valores de la cascarilla reportados en la tabla A.7. del apéndice A, se tiene:

$$\Delta F_c = \left( \frac{0,0002 \text{ g}}{2,0004 \text{ g}} + \frac{(19,1663 - 18,6379) \text{ g} * 0,0001 \text{ g}}{2,0004 \text{ g}^2} \right) * 100 = 0,011318 \% \approx 0,01 \%$$

El valor final de la fibra cruda contenido en la cascarilla y demás componentes del orujo de uva se expresa de la siguiente manera:

$$F_c = (26,41 \pm 0,01) \%$$

## **B.2. EXTRACCIÓN DEL ACEITE CONTENIDO EN LA SEMILLA DE UVA.**

### **B.2.1. Determinación del rendimiento del proceso de extracción de aceite**

Para determinar el rendimiento del proceso de extracción de aceite se utilizó la metodología señalada por la norma COVENIN 1162:1979 y se dio uso a la ecuación (2) mostrada en el capítulo III.

## **B.3. CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA.**

### **B.3.1. Análisis fisicoquímico a partir de los requisitos de identidad**

#### **➤ Determinación de la densidad relativa:**

Para determinar la densidad relativa del aceite de la semilla de uva se utilizó la metodología señalada por la norma COVENIN 703:1996 y posteriormente se utilizó la ecuación (3) señalada en el capítulo III. Sustituyendo los valores reportados en la tabla A.9. del apéndice A, se tiene:



$$\rho_R = \frac{(27,1528 - 18,1877) \text{ g}}{(28,0770 - 18,1877) \text{ g}} = 0,9065454 \text{ a dim}$$

Para el cálculo del error se utiliza el método de derivadas parciales y se toma el mayor valor de éstos para así expresar el resultado final con el número correcto de cifras significativas. Éste cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta\rho_R = \left( \frac{\Delta m_A + \Delta m_{PV}}{(m_{REF} - m_{PV})} + \frac{(m_A - m_{PV}) * (\Delta m_{REF} + \Delta m_{PV})}{(m_{REF} - m_{PV})^2} \right)$$

Sustituyendo los valores reportados en la tabla A.9. del apéndice A, se tiene:

$$\Delta\rho_R = \left( \frac{0,0002 \text{ g}}{(28,0770 - 18,1877) \text{ g}} + \frac{(27,1528 - 18,1877) \text{ g} * 0,0002 \text{ g}}{(28,0770 - 18,1877) \text{ g}^2} \right) = 0,0000385 \approx 0,00004 \text{ a dim}$$

El valor final de la densidad relativa del aceite de la semilla de uva se expresa de la siguiente manera:

$$\rho_R = (0,90654 \pm 0,00004) \text{ a dim}$$

➤ **Corrección del índice de refracción:**

Para corregir el índice de refracción del aceite de la semilla de uva se utilizó la siguiente ecuación:

$$I_R = I_R' + K * (T' - T)$$

Donde:

$I_R$ : índice de refracción a la temperatura de referencia (adim).

$I_R'$ : índice de refracción medido a la temperatura  $T'$  (adim).

$K$ : constante (0,58  $1/^\circ\text{C}$ ).

$T'$ : temperatura a la cual se realiza la lectura  $I_R'$  (27  $^\circ\text{C}$ ).

T: temperatura de referencia (°C).

Sustituyendo los valores reportados en la tabla A.10. del apéndice A, se tiene:

$$I_R = 1,4725 \text{ a dim} + 0,58 \text{ 1/}^\circ\text{C} * (27 - 25)^\circ\text{C} = 1,47317 \text{ a dim}$$

El valor del error utilizado para expresar el resultado final del índice de refracción del aceite de la semilla de uva con el número correcto de cifras significativas es el mismo que posee el instrumento:

$$I_R = (1,4732 \pm 0,0005) \text{ a dim}$$

➤ **Determinación del índice de saponificación:**

Para determinar el índice de saponificación del aceite de la semilla de uva se utilizó la metodología señalada por la norma COVENIN 323:1998 y posteriormente se utilizó la ecuación (4) señalada en el capítulo III. Sustituyendo los valores reportados en la tabla A.11. del apéndice A, se tiene:

$$I_s = \frac{(26,20 - 5,00) \text{ mL} * 0,5353 \text{ eq/L} * 56,1}{2,7588 \text{ g}} = 230,768 \text{ mg KOH/g}$$

Para el cálculo del error se utiliza el método de derivadas parciales y se toma el mayor valor de éstos para así expresar el resultado final con el número correcto de cifras significativas. Éste cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta I_s = \left( \frac{(\Delta V_B + \Delta V_M)}{m_M} + \frac{(V_B - V_M) * \Delta m_M}{m_M^2} \right) * 56,1 * N_{\text{HCl}}$$

Sustituyendo los valores reportados en la tabla A.11. del apéndice A, se tiene:

$$\Delta I_s = \left( \frac{0,10 \text{ mL}}{2,7588 \text{ g}} + \frac{(26,20 - 5,00) \text{ mL} * 0,0001 \text{ g}}{2,7588 \text{ g}^2} \right) * 56,1 * 0,5353 \text{ eq/L}$$

$$\Delta I_s = 1,09689 \approx 1 \text{ mg KOH/g}$$

El valor final del índice de saponificación del aceite de la semilla de uva se expresa de la siguiente manera:

$$I_s = (231 \pm 1) \text{ mg KOH/g}$$

➤ **Determinación del índice de yodo:**

Para determinar el índice de yodo del aceite de la semilla de uva se utilizó la metodología señalada por la norma COVENIN 324:2001 y posteriormente se utilizó la ecuación (5) señalada en el capítulo III. Sustituyendo los valores reportados en la tabla A.12. del apéndice A, se tiene:

$$I_1 = \frac{(39,00 - 9,30) \text{ mL} * 0,1 \text{ eq/L} * 12,69}{0,3622 \text{ g}} = 104,0565 \text{ g I}_2 / 100 \text{ g}$$

Para el cálculo del error se utiliza el método de derivadas parciales y se toma el mayor valor de éstos para así expresar el resultado final con el número correcto de cifras significativas. Éste cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta I_1 = \left( \frac{(\Delta V_B + \Delta V_M)}{m_M} + \frac{(V_B - V_M) * \Delta m_M}{m_M^2} \right) * 12,69 * N_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$$

Sustituyendo los valores reportados en la tabla A.12. del apéndice A, se tiene:

$$\Delta I_1 = \left( \frac{0,10 \text{ mL}}{0,3622 \text{ g}} + \frac{(39,00 - 9,30) \text{ mL} * 0,0001 \text{ g}}{0,3622 \text{ g}^2} \right) * 12,69 * 0,1 \text{ eq/L}$$

$$\Delta I_1 = 0,379 \approx 0,4 \text{ g I}_2 / 100 \text{ g}$$

El valor final del índice de yodo del aceite de la semilla de uva se expresa de la siguiente manera:

$$I_1 = (104,1 \pm 0,4) \text{ g I}_2 / 100 \text{ g}$$

### B.3.2. Análisis fisicoquímico a partir de los requisitos de calidad

#### ➤ Determinación del índice de acidez:

Para determinar el índice de acidez del aceite de la semilla de uva se utilizó la metodología señalada por la norma COVENIN 325:2001 y posteriormente se utilizaron las ecuaciones (6) y (7) señaladas en el capítulo III. Sustituyendo los valores reportados en la tabla A.13. del apéndice A, se tiene:

$$A = \frac{0,282 * 41,00 \text{ mL} * 0,1 \text{ eq/L} * 100}{3,5530 \text{ g}} = 32,541514 \%$$

$$I_A = 1,99 * 32,5415 \% = 64,757613 \text{ mg KOH/g}$$

Para el cálculo del error se utiliza el método de derivadas parciales y se toma el mayor valor de éstos para así expresar el resultado final con el número correcto de cifras significativas. Éste cálculo se realiza mediante las siguientes ecuaciones:

$$\Delta A = \left( \frac{\Delta V_M}{m_M} + \frac{V_M * \Delta m_M}{m_M^2} \right) * 0,282 * N_{\text{NaOH}} * 100$$

$$\Delta I_A = 1,99 * \Delta A$$

Sustituyendo los valores reportados en la tabla A.13. del apéndice A, se tiene:

$$\Delta A = \left( \frac{0,05 \text{ mL}}{3,5530 \text{ g}} + \frac{41 \text{ mL} * 0,0001 \text{ g}}{3,5530 \text{ g}^2} \right) * 0,282 * 0,1 \text{ eq/L} * 100$$

$$\Delta A = 0,04060 \approx 0,04 \%$$

$$\Delta I_A = 1,99 * 0,04060 \% = 0,08079 \text{ mg KOH/g} \approx 0,08 \text{ mg KOH/g}$$

El valor final del porcentaje de ácidos grasos libres e índice de acidez del aceite de la semilla de uva se expresa de la siguiente manera:

$$A = (32,54 \pm 0,04) \%$$

$$I_A = (64,76 \pm 0,08) \text{ mg KOH/g}$$

➤ **Determinación del índice de peróxidos:**

Para determinar el índice de peróxidos del aceite de la semilla de uva se utilizó la metodología señalada por la norma COVENIN 508:2001 y posteriormente se utilizó la ecuación (8) señalada en el capítulo III. Sustituyendo los valores reportados en la tabla A.14. del apéndice A, se tiene:

$$I_P = \frac{0,0996 \text{ eq/L} * (2,70 - 0,50) \text{ mL}}{5,0330 \text{ g}} * 1000 = 43,53665 \text{ meq O}_2 / \text{kg}$$

Para el cálculo del error se utiliza el método de derivadas parciales y se toma el mayor valor de éstos para así expresar el resultado final con el número correcto de cifras significativas. Éste cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$I_P = \left( \frac{(\Delta V_M + \Delta V_B)}{m_M} + \frac{(V_M - V_B) * \Delta m_M}{m_M^2} \right) * N_{Na_2S_2O_3} * 1000$$

Sustituyendo los valores reportados en la tabla A.14. del apéndice A, se tiene:

$$\Delta I_P = \left( \frac{0,10 \text{ mL}}{5,0330 \text{ g}} + \frac{(2,70 - 0,50) \text{ mL} * 0,0001 \text{ g}}{5,0330 \text{ g}^2} \right) * 0,0996 \text{ eq/L} * 1000 = 1,9798 \approx 2 \text{ meq O}_2 / \text{kg}$$

El valor final del índice de peróxidos del aceite de la semilla de uva se expresa de la siguiente manera:

$$I_p = (44 \pm 2) \text{ meq O}_2 / \text{kg}$$

#### **B.4. ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE UVA.**

##### **B.4.1. Análisis de la estabilidad del aceite de la semilla de uva en comparación con un aceite patrón a partir del índice de acidez e índice de peróxidos**

Para determinar la estabilidad del aceite de la semilla de uva y del aceite de oliva en el tiempo fue necesario determinar el índice de acidez e índice de peróxidos para muestras tomadas cada 60 minutos, luego de que los aceites fueron sometidos a la temperatura constante de  $(85,0 \pm 0,5)$  °C. Para esto se utilizó la metodología señalada por las normas COVENIN 325:2001 y COVENIN 508:2001. Posteriormente se dio uso a las ecuaciones (6), (7) y (8) mostradas en el capítulo III.

#### **B.5. ELABORACIÓN DE UN PRODUCTO ALIMENTICIO A PARTIR DEL HOLLEJO DE UVA.**

### **B.5.1. Caracterización másica y dimensional de la galleta elaborada**

Para realizar la caracterización másica y dimensional de la galleta se tomó una muestra aleatoria de 20 galletas y se empleó la metodología utilizada en la sección B.1.2.

### **B.5.2. Caracterización proximal de la galleta elaborada**

➤ **Determinación del porcentaje de humedad:**

Para determinar el porcentaje de humedad presente en la galleta elaborada a partir del hollejo de uva se utilizó la metodología empleada anteriormente en la sección B.1.3., la cual está señalada por la norma COVENIN 1156:1979.

➤ **Determinación del porcentaje de cenizas:**

Para determinar el porcentaje de cenizas presentes en la galleta elaborada a partir del hollejo de uva se utilizó la metodología empleada anteriormente en la sección B.1.3., la cual está señalada por la norma COVENIN 1155:1979.

➤ **Determinación del porcentaje de proteínas:**

Para determinar el porcentaje de humedad presente en la galleta elaborada a partir del hollejo de uva se utilizó la metodología empleada anteriormente en la sección B.1.3., la cual está señalada por la norma COVENIN 1195:1980.

➤ **Determinación del porcentaje de grasa cruda:**

Para determinar el porcentaje de grasa cruda presente en la galleta elaborada a partir del hollejo de uva se utilizó la metodología empleada anteriormente en la sección B.1.3., la cual está señalada por la norma COVENIN 1162:1979.

➤ **Determinación del porcentaje de carbohidratos:**

Para determinar el porcentaje de carbohidratos presente en la galleta elaborada a partir del hollejo de uva se utilizó la metodología empleada anteriormente en la sección B.1.3.

➤ **Determinación del porcentaje de fibra cruda:**

Para determinar el porcentaje de fibra cruda presente en la galleta elaborada a partir del hollejo de uva se utilizó la metodología empleada anteriormente en la sección B.1.3., la cual está señalada por la norma COVENIN 1194:1979.

➤ **Determinación del porcentaje de fibra cruda:**

Para determinar el porcentaje de fibra detergente neutro presente en la galleta elaborada a partir del hollejo de uva se utilizó la metodología señalada por la norma COVENIN 3178:1995 y se dio uso a la siguiente ecuación:

$$\text{FDN} = \frac{(m_s - m_{cv})}{m_M} * 100$$

Donde:

FDN: porcentaje de fibra detergente neutro presente en la muestra (%).

Sustituyendo los valores reportados en la tabla A.23. del apéndice A, se tiene:

$$\text{FDN} = \frac{(9,9976 - 9,9871) \text{ g}}{1,0023 \text{ g}} * 100 = 1,04759 \%$$

Para el cálculo del error se utiliza el método de derivadas parciales y se toma el mayor valor de éstos para así expresar el resultado final con el número correcto de cifras significativas. Éste cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:



$$\Delta\text{FDN} = \left( \frac{(\Delta m_s + \Delta m_{cv})}{m_M} + \frac{(m_s - m_{cv}) * \Delta m_M}{m_M^2} \right) * 100$$

Sustituyendo los valores reportados en la tabla A.23. del apéndice A, se tiene:

$$\Delta\text{FDN} = \left( \frac{0,0002 \text{ g}}{1,0023 \text{ g}} + \frac{(9,9976 - 9,9871) \text{ g} * 0,0001 \text{ g}}{1,0023 \text{ g}^2} \right) * 100 = 0,020058 \% \approx 0,02 \%$$

El valor final de la fibra detergente neutro contenido en la galleta elaborada a partir del hollejo de uva se expresa de la siguiente manera:

$$\text{FDN} = (1,05 \pm 0,02) \%$$

## B.6. DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN COSTO BENEFICIO DE LA GALLETA ELABORADA A PARTIR DEL HOLLEJO DE UVA.

### ➤ Determinación de los costos de materia prima:

Para determinar los costos de materia prima se utilizó la ecuación (13) señalada en el capítulo III. Sustituyendo los valores reportados en las tablas 3.16 y L.1. del capítulo III y del apéndice G respectivamente para cada materia prima, se tiene:

$$C_{MP} = \left[ (0,150 \text{ kg} * 1,94 \text{ Bs.F./kg}) + (0,200 \text{ kg} / 3,00 \text{ Bs.F./kg}) + (0,360 \text{ kg} * 3,50 \text{ Bs.F./kg}) + \dots \right]$$

$$\left[ \dots + (0,040 \text{ kg} * 0,06 \text{ Bs.F./kg}) + (5,0 \text{ mL} * 0,01 \text{ Bs.F./mL}) \right]$$

$$C_{MP} = 2,20 \text{ Bs.F. para 120 galletas aproximadamente (0,75 kg)}$$

### ➤ Determinación de los costos energéticos:

Para determinar los costos de consumo energético se utilizó las ecuaciones (11) y (12) señaladas en el capítulo III. Sustituyendo los valores del apéndice L.2., se tiene:

$$C_E = \left(0,500 \text{ kW} * 0,25 \text{ h} * 0,1 \frac{\text{Bs.F.}}{\text{kW} * \text{h}}\right) + (0,10 \text{ kg} * 0,372 \text{ Bs.F./kg})$$

$$C_E = (0,013 + 0,037) \text{ Bs.F.} = 0,05 \text{ Bs.F.}$$

➤ **Determinación de los costos asociados a la elaboración de las galletas:**

Para determinar los costos de materia prima se utilizó la ecuación (14) señalada en el capítulo III. Sustituyendo los valores se tiene:

$$C_{TP} = (2,20 + 0,05) \text{ Bs.F.} = 2,25 \text{ Bs.F.}$$

$$C_{UP} = \frac{2,25 \text{ Bs.F.}}{0,750 \text{ kg}} = 3,00 \text{ Bs.F./kg}$$

➤ **Determinación de la relación costo – beneficio asociada a la elaboración de las galletas:**

Para determinar la relación costo – beneficio se utilizó la ecuación (16) señalada en el capítulo III. Se tomó como precio de venta un 20 % por debajo del precio de venta de un producto ya existente en el mercado (7,20 Bs.F./kg). Sustituyendo los valores se tiene:

$$CB = \frac{5,76 \text{ Bs.F./kg}}{2,25 \text{ Bs.F./kg}} = 2,614 \text{ a dim}$$

**APÉNDICE C. VALORES CRÍTICOS DEL FACTOR F DE FISHER CON UN  
NIVEL DE SIGNIFICANCIA DEL 5 %**

**TABLA C.1.  
VALORES CRÍTICOS DEL FACTOR F DE FISHER CON UN NIVEL DE  
SIGNIFICANCIA DEL 5 %**

g.l. del deno- mina- dor	g.l. del numerador									
	1	2	3	4	5	6	8	12	24	$\alpha$
	Nivel 5%									
1	4052	4999	5403	5625	5764	5859	5982	6106	6234	6366
2	98.50	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.37	99.42	99.46	99.50
3	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.49	27.05	26.60	26.12
4	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.80	14.37	13.93	13.46
5	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.29	9.89	9.47	9.02
6	13.74	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.10	7.72	7.31	6.88
7	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.84	6.47	6.07	5.65
8	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.03	5.67	5.28	4.86
9	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.47	5.11	4.73	4.31
10	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.06	4.71	4.33	3.91
11	9.65	7.20	6.22	5.67	5.32	5.07	4.74	4.40	4.02	3.60
12	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.50	4.16	3.78	3.36
13	9.07	6.70	5.74	5.20	4.86	4.62	4.30	3.96	3.59	3.16
14	8.86	6.51	5.56	5.03	4.69	4.46	4.14	3.80	3.43	3.00
15	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.00	3.67	3.29	2.87
16	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	3.89	3.55	3.18	2.75
17	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.79	3.45	3.08	2.65
18	8.28	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.71	3.37	3.00	2.57
19	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.63	3.30	2.92	2.49
20	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.56	3.23	2.86	2.42
21	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.51	3.17	2.80	2.36
22	7.94	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.45	3.12	2.75	2.31
23	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.41	3.07	2.70	2.26
24	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.36	3.03	2.66	2.21
25	7.77	5.57	4.68	4.18	3.86	3.63	3.32	2.99	2.62	2.17
26	7.72	5.53	4.66	4.14	3.82	3.59	3.29	2.96	2.58	2.13
27	7.68	5.49	4.60	4.11	3.78	3.56	3.26	2.93	2.55	2.10
28	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.23	2.90	2.52	2.06
29	7.60	5.42	4.54	4.04	3.73	3.50	3.20	2.87	2.49	2.03
30	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.17	2.84	2.47	2.01
40	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	2.99	2.66	2.29	1.80
60	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.82	2.50	2.12	1.60
120	6.85	4.79	3.95	3.48	3.17	2.96	2.66	2.34	1.95	1.38
$\infty$	6.64	4.60	3.78	3.32	3.02	2.80	2.51	2.18	1.79	1.00

**APÉNDICE D. TABLA DE RELACIÓN MASA DE MUESTRA – ÍNDICE DE  
YODO ESPERADO**

**TABLA D.1.**  
**MASA DE LA MUESTRA DEL ACEITE EN RELACIÓN AL ÍNDICE DE YODO**  
**ESPERADO**

Índice de Iodo	Masa de la muestra		Tolerancia
	Min(g)	Max (g)	(g)
Menos de 3	10	10	$\pm 0,001$
3	10,576	8,4613	0,005
5	6,346	5,0770	0,0005
10	3,1730	2,5384	0,0002
20	1,5865	0,8461	0,0002
40	0,7935	0,6346	0,0002
60	0,5288	0,4231	0,0001
80	0,3966	0,3173	0,0001
100	0,3173	0,2538	0,0001
120	0,2644	0,2115	0,0001
140	0,2266	0,1813	0,0001
160	0,1983	0,1587	0,0001
180	0,1762	0,1410	0,0001
200	0,1586	0,1269	0,0001

**APÉNDICE E. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y COMPOSICIÓN DE  
ÁCIDOS GRASOS DE ALGUNOS ACEITES VEGETALES CRUDOS**

**APÉNDICE F. CROMATOGRAMA RESULTADO DE LA CROMATOGRAFÍA  
REALIZADA AL ACEITE CRUDO EXTRAÍDO DE LA SEMILLA DE UVA**



**APÉNDICE G. ANÁLISIS DE COLOR REALIZADO AL ACEITE CRUDO  
EXTRAÍDO DE LA SEMILLA DE UVA**

**APÉNDICE H. VALORES TOTALES REQUERIDOS PARA LA SIGNIFICACIÓN  
DEL NIVEL DE 1 % EN LA PRUEBA DE RANGO**

**TABLA H.1.**  
**VALORES TOTALES REQUERIDOS PARA LA SIGNIFICACIÓN DEL NIVEL DE 1 %**  
**EN LA PRUEBA DE RANGO**

No. de juicios	Número de tratamientos en muestras ordenadas					
	2	3	4	5	6	7
2	...	...	...	...	...	...
3	...	...	...	4-14	4-17	4-20
4	...	...	5-15	5-19	5-23	5-27
5	...	6-14	6-19	6-18	6-22	6-25
6	...	7-17	7-18	7-23	7-28	7-32
7	...	8-16	8-22	8-22	8-26	8-30
8	...	8-20	8-21	8-27	8-33	8-38
9	...	8-13	8-19	8-24	8-30	8-35
10	...	9-15	9-21	9-27	9-33	9-39
11	...	9-15	9-21	9-27	9-33	9-39
12	...	10-17	10-24	10-30	10-37	10-43
13	...	10-17	10-24	10-30	10-37	10-43
14	...	11-19	11-27	11-35	11-42	11-50
15	...	11-19	11-26	11-33	11-40	11-47
16	...	12-21	12-28	12-36	12-44	12-52
17	...	12-21	12-28	12-36	12-44	12-52
18	...	13-22	13-30	13-39	13-47	13-56
19	...	13-22	13-30	13-39	13-47	13-56
20	...	14-22	14-31	14-41	14-50	14-59
21	...	14-22	14-30	14-39	14-47	14-56
22	...	15-24	15-33	15-42	15-51	15-60
23	...	15-24	15-33	15-42	15-51	15-60
24	...	16-26	16-36	16-46	16-56	16-66
25	...	16-26	16-35	16-45	16-54	16-64

**APÉNDICE I. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO REALIZADO A LA GALLETA  
DULCE ELABORADA A PARTIR DEL HOLLEJO DE UVA**

**APÉNDICE J. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS UTILIZADOS COMO PATRÓN  
DE COMPARACIÓN (NORMA COVENIN 1483:2001)**

**TABLA J.1. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS UTILIZADOS COMO PATRÓN DE COMPARACIÓN (NORMA COVENIN 1483:2001)**

Requisito	n	c	Límite		Método de ensayo
			M	M	
Mohos (ufc/g) (*)	5	2	50,0	$5 \times 10^2$	COVENIN 1337
Donde:					
n	=	número de muestras del lote			
c	=	número de muestras defectuosas			
m	=	Límite mínimo o único			
M	=	Límite máximo			
* Requisito microbiológico recomendado (véase COVENIN 409)					

**APÉNDICE K. MODELOS DE ENCUESTAS EMPLEADOS EN LAS  
EVALUACIONES SENSORIALES REALIZADAS A LA GALLETA  
DULCE ELABORADA A PARTIR DEL HOLLEJO DE UVA**

**APÉNDICE L. COSTOS DE MATERIAS PRIMAS, DE REACTIVOS QUÍMICOS  
Y DE SERVICIOS ENERGÉTICOS USADOS EN LA ELABORACIÓN DE  
PRODUCTOS A PARTIR DEL ORUJO DE UVA**



**TABLA L.1.**  
**COSTOS DE MATERIAS PRIMAS USADAS EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS A PARTIR DEL ORUJO DE UVA**

<b>Materia Prima</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo unitario</b>
Orujo de uva	Bs.F./kg	0,15
Azúcar	Bs.F./kg	1,94
Harina de trigo	Bs.F/kg	3,50
Mantequilla sin sal	Bs.F/kg	3,00
Vainilla	Bs.F./cc	0,01

**TABLA L.2.**  
**COSTOS DE REACTIVOS QUÍMICOS USADOS EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS A PARTIR DEL ORUJO DE UVA**

<b>Reactivo Químico</b>	<b>Presentación</b>	<b>Costo (\$)</b>	<b>Costo unitario (Bs.F/g ó Bs.F./mL)</b>
Hidróxido de sodio	1 kg	21,69	0,05
Fenolftaleína	25 mL	16,50	1,42
Ácido acético glacial	2,5 L	47,15	0,04
Cloroformo	1 L	27,90	0,06
Yoduro de potasio	0,1 kg	14,60	0,31
Tiosulfato de sodio	0,5 kg	15,90	0,07
Almidón	0,5 kg	12,20	0,05
Ácido clorhídrico	2,5 L	30,35	0,03
Hidróxido de potasio	1 kg	23,90	0,05
Solución de Wijs	1 L	75,05	0,16
EDTA	0,5 kg	33,19	0,14
Trietilen glicol	2,5 L	42,90	0,04
Decalina	0,5 L	15,49	0,07
Lauril sulfato de sodio	1 kg	45,99	0,10
$\alpha$ -Amilasa	0,5 kg	20,90	0,09

**TABLA L.2. (CONTINUACIÓN)  
COSTOS DE REACTIVOS QUÍMICOS USADOS EN LA ELABORACIÓN DE  
PRODUCTOS A PARTIR DEL ORUJO DE UVA**

<b>Reactivo Químico</b>	<b>Presentación</b>	<b>Costo (\$)</b>	<b>Costo unitario (Bs.F/g ó Bs.F./mL)</b>
Borato de sodio decahidratado	0,5 kg	17,90	0,08
Fosfato disódico hidrogenado	0,5 kg	19,90	0,09
Acetona	2,5 L	35,99	0,03
Sulfito de sodio	1 kg	29,90	0,06
Etanol	2,5 L	24,49	0,02
Ácido sulfúrico	2,5 L	32,7	0,03
Dicromato de potasio	0,5 kg	22,50	0,10
n-Hexano	4 L	46,20	0,02

**TABLA L.3.  
COSTOS DE SERVICIOS ENERGÉTICOS USADOS EN LA ELABORACIÓN  
DE PRODUCTOS A PARTIR DEL ORUJO DE UVA**

<b>Servicio</b>	<b>Unidades</b>	<b>Costo unitario</b>
Electricidad	Bs.F./kW*h	0,100
Agua	Bs.F./m <sup>3</sup>	0,542
Gas natural	Bs.F./kg	0,372