

### **Información Importante**

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea del CRAI-Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la CRAI-Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-Biblioteca  
Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

**Procesos de cocción y manejo pos consumo de los aceites residuales generados en  
restaurantes del área metropolitana de Bucaramanga.**

**Silvia Johanna Valbuena Mejía**

**Trabajo de grado para optar el título de Ingeniera Industrial**

**Director**

**Javier Hernández Cáceres**

**Lic. Matemáticas**

**Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

**División de Ingenierías y Arquitectura**

**Facultad de Ingeniería Industrial**

**2019**

### **Dedicatoria**

Mi tesis la dedico a mis padres quienes con su apoyo, amor y sacrificio fueron el motor para lograr esta meta. Gracias a ustedes he logrado convertirme en una mujer valiente llena de principios y valores.

### **Agradecimientos**

En primer lugar a Dios, por darme la vida, la fuerza, la sabiduría y la entrega necesaria para culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres, hermanos y a toda mi familia por su apoyo incondicional, amor y sacrificio para acompañarme en cada sueño que me propongo.

A mis amigos por su apoyo y compañía, por los momentos de alegrías, tristeza y por demostrarme que puedo contar con ellos en todo momento.

A mi director de proyecto el profesor Javier Hernández por su asesoría continúa. Gracias por su gran apoyo y colaboración para lograr los objetivos trazados en esta investigación.

A todas las personas que directa o indirectamente apoyaron la realización de este proyecto.

**Tabla de contenido**

1	Introducción .....	14
2	Descripción del proyecto .....	15
2.1	Descripción del problema .....	15
2.1.1	Formulación del problema .....	17
2.2	Justificación .....	17
2.3	Alcance .....	18
2.4	Objetivos .....	19
2.4.1	Objetivo general .....	19
2.4.2	Objetivos específicos.....	19
3	Marco referencial .....	20
3.1	Marco teórico .....	20
3.1.1	Análisis multivariable .....	20
3.1.2	Biodiesel.....	27
3.1.3	ISO 31000:2018 .....	27
3.2	Marco conceptual.....	29

3.3	Marco legal y normativo .....	30
3.4	Marco histórico .....	31
3.5	Estado del arte.....	33
4	Diseño metodológico .....	36
4.1	Fundamentos Epistemológicos .....	37
4.2	Fases para la elaboración del proyecto .....	37
4.3	Alfa de Cronbach y consistencia interna de los ítems del instrumento de medida.....	38
5	Resultados .....	39
5.1	Caracterización de los procesos .....	39
5.2	Análisis de clúster .....	60
5.2.1	Métodos de análisis .....	60
5.2.2	Método de K-MEANS .....	62
5.2.3	Software SPSS.....	62
5.2.4	Aplicación .....	64
5.3	Diagnóstico de riesgos .....	67
5.3.1	Matriz de riesgos .....	72
5.3.2	Análisis de la matriz de riesgos.....	74
6	Conclusiones .....	74

7	Recomendaciones .....	76
8	Referencias.....	77

**Lista de tablas**

Tabla 1. <i>Análisis de la fiabilidad con el SPSS</i> .....	38
Tabla 2. <i>Depósito directo al recipiente</i> .....	40
Tabla 3. <i>Sedimentación antes de depositar en el recipiente</i> .....	41
Tabla 4. <i>Filtración antes de depositar en el recipiente</i> .....	42
Tabla 5. <i>El material del recipiente es vidrio</i> .....	43
Tabla 6. <i>El material del recipiente es plástico</i> .....	44
Tabla 7. <i>El material del recipiente es metal</i> .....	45
Tabla 8. <i>Usa un recipiente de otro tipo de material</i> .....	46
Tabla 9. <i>El recipiente de almacenamiento es opaco y tiene tapa</i> .....	47
Tabla 10. <i>El recipiente de almacenamiento es opaco pero no tiene tapa</i> .....	48
Tabla 11. <i>El recipiente de almacenamiento tiene tapa pero no es opaco</i> .....	49
Tabla 12. <i>El recipiente de almacenamiento no tiene tapa ni es opaco</i> .....	50
Tabla 13. <i>Se almacena protegido de la luz y el calor</i> .....	51
Tabla 14. <i>Se almacena protegido de la luz pero expuesto al calor</i> .....	52
Tabla 15. <i>Se almacena protegido del calor pero expuesto a la luz</i> .....	53
Tabla 16. <i>Se almacena expuesto al calor y la luz</i> .....	54
Tabla 17. <i>Cantidad de días que se reutiliza el aceite</i> .....	55
Tabla 18. <i>Temperatura a la que se cuecen los ingredientes</i> .....	56
Tabla 19. <i>Cantidad de horas diarias que se usa el aceite</i> .....	57
Tabla 20. <i>Centros de conglomerados</i> .....	65
Tabla 21. <i>Números de conglomerados</i> .....	66
Tabla 22. <i>Criterios para calificar la probabilidad</i> .....	69



Tabla 23. *Criterios para calificar el impacto – riesgos de gestión* ..... 69

**Lista de figuras**

<i>Figura 1.</i> Técnicas multivariantes [10].....	24
<i>Figura 2.</i> Fases del proyecto.....	37
<i>Figura 3.</i> Depósito directo al recipiente .....	40
<i>Figura 4.</i> Sedimentación antes de depositar en el recipiente.....	41
<i>Figura 5.</i> Filtración antes de depositar en el recipiente .....	42
<i>Figura 6.</i> El material del recipiente es vidrio.....	43
<i>Figura 7.</i> El material del recipiente es plástico.....	44
<i>Figura 8.</i> El material del recipiente es metal .....	45
<i>Figura 9.</i> Usa un recipiente de otro tipo de material .....	46
<i>Figura 10.</i> Recipiente de almacenamiento es opaco y tiene tapa .....	47
<i>Figura 11.</i> El recipiente de almacenamiento es opaco pero no tiene tapa.....	48
<i>Figura 12.</i> El recipiente de almacenamiento tiene tapa pero no es opaco.....	49
<i>Figura 13.</i> El recipiente de almacenamiento no tiene tapa ni es opaco.....	50
<i>Figura 14.</i> El aceite residual almacenado está protegido de la luz y el calor .....	51
<i>Figura 15.</i> El aceite residual almacenado está protegido de la luz pero expuesto al calor.....	52
<i>Figura 16.</i> El aceite residual almacenado está protegido de la luz y el calor .....	53
<i>Figura 17.</i> El aceite residual almacenado está protegido de la luz y el calor .....	54
<i>Figura 18.</i> Cantidad de días que se reutiliza el aceite.....	55
<i>Figura 19.</i> Temperatura a la que se cuecen los ingredientes. ....	56
<i>Figura 20.</i> Cantidad de horas diarias que se usa el aceite.....	58
<i>Figura 21.</i> Dendograma .....	64

*Figura 22.* Clúster ..... 67

*Figura 23.* Mapa de calor [34] ..... 71

*Figura 24.* Matriz de riesgos ..... 73

### **Resumen**

La realización de esta investigación permitió caracterizar los procesos de cocción y posconsumo del aceite residual generado por los restaurantes de Bucaramanga, inicialmente se elaboró una base de datos con los restaurantes participantes en la investigación, luego se realizó la caracterización de los procesos de cocción y pos consumo de aceite residual, teniendo en cuenta las variables que afectaban directamente los dos procesos y se aplicó la técnica de análisis de clúster, finalmente se realizó un diagnóstico de riesgos percibido por los usuarios. Se evidenció que aproximadamente el 60% de los establecimiento encuestados cumplen con las características necesarias para que el aceite residual sea óptimo para la producción de biodiesel y surgió la necesidad de concientizar al resto de la población a cambiar ciertas costumbres y hacer nuevas implementaciones.

**Palabras claves:** Aceite residual, Biodiesel, Análisis multivariable, Clúster, Riesgos.

### **Abstract**

The realization of this investigation allowed to characterize the cooking and post-consumption processes of the residual oil generated by the restaurants of Bucaramanga, initially a database was elaborated with the restaurants participating in the investigation, then the characterization of the cooking processes and post residual oil consumption, taking into account the variables that directly affected the two processes and the cluster analysis technique was applied; finally, a risk diagnosis was made by the users. It was evidenced that approximately 60% of the surveyed establishments fulfill the necessary characteristics so that the residual oil is optimal for the production of biodiesel and the need arose to make the rest of the population aware of changing certain customs and making new implementations.

**Key words:** Residual oil, Biodiesel, Multivariate analysis, Cluster, Risks.

## 1. Introducción

La elaboración de esta investigación permitió visualizar los procesos de cocción y posconsumo del aceite residual óptimos para cumplir con las características necesarias para transformar el aceite residual en biodiesel, también le permitirá al lector identificar los principales riesgos a los que se ven expuestos los clientes de restaurantes de Bucaramanga por el consumo frituras con aceites reutilizados.

Inicialmente se plantearon aspectos teóricos, históricos y legales de los cuales dependió el desarrollo de esta investigación, pues fueron los estudios realizados anteriormente sobre el tema los que dieron las pautas iniciales y básicas para el desarrollo de los objetivos.

Posteriormente se realizó el análisis de los datos obtenidos a través de la encuesta realizada a 90 restaurantes del área metropolitana de Bucaramanga y se procedió a dar desarrollo a las metodologías planteadas inicialmente para la elaboración de esta investigación.

En este proyecto se abarcaron 3 importantes áreas de la ingeniería industrial; procesos, análisis multivariado y gestión de riesgos. La importancia de estas áreas en la producción de biodiesel se ve afectada por el desconocimiento de los establecimientos de comida de Bucaramanga en las características que debe tener el aceite para ser usado como materia prima en la producción de biodiesel.

En el objetivo de conocer estas características del aceite residual producido por los restaurantes del área metropolitana de Bucaramanga, se observó que más de la mitad de los establecimientos encuestados cumplen con la mayoría de estas características.

## **2. Descripción del proyecto**

### **2.1 Descripción del problema**

Con la llegada de máquinas en la revolución industrial, surgió la necesidad de nuevas fuentes de energía que sustituyeran al vapor. “La combustión del carbón produce la emisión de gases contaminantes a la atmosfera; como dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono, entre otros; incrementando el efecto invernadero y siendo los dos primeros quienes contribuyen a la formación de lluvia ácida” [1]. Los combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural) actualmente usados como principal fuente de energía están compuestos por Hidrocarburos (compuestos orgánicos formados por átomos de carbón e hidrogeno.) y su gran consumo por las sociedades ha resultado perjudicial para el medio ambiente, provocando atrasos tecnológicos, practicas innecesarias y resulta económicamente muy costoso. Las alteraciones producidas por la contaminación por combustibles van desde la exploración y la explotación de pozos petroleros hasta la ocurrencia de derrames produciendo siniestros al ecosistema ya se terrestre o acuático, con efectos nocivos para la flora y la fauna. Un siniestro de gran importancia es el daño de los suelos usados para la agricultura, ocasionando daños económicos y sociales. [2]

Todas estas afecciones implican un desafío y una nueva oportunidad de mejorar la eficiencia energética por medio de energías limpias o renovables; de las cuales podemos destacar los biocombustibles los cuales están compuestos de materia orgánica. Existen diferentes tipos de biocombustibles, los de primera generación son los producidos a partir aceites o azúcares comestibles provenientes de plantas como el maíz, caña de azúcar, girasol o soja; los que poseen alto contenido de azúcares son convertidos en alcoholes por medio de la fermentación, mientras

los ricos en grasas o aceites se hace una reacción química llamada transesterificación, mediante la cual se mezclan los aceites con alcoholes generando ésteres grasos, como el biodiesel, esta generación de biodiesel puede resultar costoso y poner en riesgo la oferta de caña de azúcar. Los biocombustibles de segunda generación se obtienen a partir de materias primas que no pueden ser aprovechables para la alimentación humana; es por esto que se puede considerar el aceite de cocina usado como materia prima para la elaboración de biocombustibles de segunda generación [3]. Siendo esta una oportunidad más rentable y con mayor aporte al cuidado del medio ambiente.

Teniendo en cuenta que la mayor parte de aceite de cocina luego de ser usado es vertido en los sistemas de alcantarillado de las ciudades, almacenado de forma inadecuada o simplemente desechado al aire libre, estos malos procedimientos traen consigo aspectos negativos como obstrucciones de las tuberías por formación de una película en las paredes internas, contribuyendo a la reducción del diámetro del alcantarillado, contaminación de las aguas residuales generando anomalías en las plantas de tratamiento de aguas residuales aumentando los costos de mantenimiento, y el constante aumento de la contaminación del medio ambiente por el mal manejo de estos residuos. [4]

La cantidad de aceites vegetales residuales generados es por tanto un indicador del uso adecuado con que la sociedad utiliza los aceites vegetales y el nivel de buenas prácticas en cocina que posean. Esta gestión de aceites residuales se convierte en un problema grande e importante a solucionar hoy en día. Lo mismo se puede afirmar del tratamiento adecuado de estos aceites vegetales usados desechados diariamente en las zonas urbanas, ya sea por temas ambientales o de limpieza. [5]



Actualmente, la producción de biodiesel en Colombia utiliza como materia prima el aceite de palma; sin embargo los costos asociados a dicha materia, representa entre el 70% y 90% del costo de producción. Una alternativa para reducir los costos es el cambio de materia prima por aceite usado de cocina, desafortunadamente los volúmenes recolectados de dicho aceite son bajos para poder establecer un proceso de producción. [6]

Para la elaboración de biodiesel generado a partir de aceite de cocina residual es necesario que este tenga ciertas propiedades que se pueden ver afectadas por la temperatura, las veces de uso, el almacenamiento, etc. Por lo que se hace necesario caracterizar los procesos de cocción y manejo posconsumo de aceite de cocina residual de los restaurantes de la ciudad de Bucaramanga.

### **2.1.1 Formulación del problema**

¿Cómo caracterizar los procesos de cocción y el manejo posconsumo de los aceites residuales generados en restaurantes del área metropolitana de Bucaramanga mediante técnicas de análisis multivariable?

## **2.2 Justificación**

Actualmente gran parte de los residuos de aceite de cocina generados por los restaurantes son desechados de manera inapropiada a los sistemas de alcantarillado de la ciudad, proceso que trae consigo diferentes aspectos negativos que constituyen un serio problema de impacto ambiental desaprovechando un recurso con grandes alternativas de reutilización, razones por que nace la

necesidad de realización de este proyecto, teniendo en cuenta como principales elementos la necesidad de generar acciones que contribuyan a la disminución de la contaminación ambiental, la necesidad de concientizar a los restaurantes de la ciudad de Bucaramanga sobre acciones y estrategias que puedan mejorar el medio ambiente y por ende la calidad de vida de los ciudadanos.

Lo anterior teniendo en cuenta que los residuos de aceite vegetal se pueden transformar en materia prima para la elaboración de jabones, abono orgánico, lubricantes, pintura o barnices, lo que permitiría eliminar residuos altamente contaminantes para las fuentes hídricas y los suelos, también permitirá reducir la degradación y obstrucción de los sistemas de saneamiento y disminuiría la proliferación de microorganismos dañinos para la salud, siendo los principales beneficiados de estos el medio ambiente y los ciudadanos.

### **2.3 Alcance**

El alcance del proyecto consiste en un estudio de caracterización de los procesos de cocción y el manejo posconsumo de los aceites residuales generados en restaurantes del área metropolitana de Bucaramanga mediante técnicas de análisis multivariable que posibilite el planteamiento de acciones para la estandarización de los procesos de cocción en restaurantes del mismo tipo (restaurantes de comidas rápidas, asaderos de pollo, productoras de pasabolas, restaurantes típicos, etc.) y el manejo posconsumo de los aceites residuales. Para que la producción de biodiesel a partir de aceites residuales sea viable desde el punto de vista técnico, es necesario que las propiedades de los aceites sean lo más parecidas posible entre diferentes lotes. Estas propiedades dependen marcadamente de las condiciones de cocción y almacenamiento, y pequeñas variaciones en estas condiciones pueden ocasionar diferencias significativas en las propiedades, de tal forma que un

aceite proveniente de un restaurante de comidas rápidas puede ser adecuado para la producción de biodiesel mientras que otro aceite proveniente del mismo tipo de restaurante puede no serlo. Por otra parte, el pasado 1 de marzo, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible emitió una resolución [7] por la cual se establecen disposiciones relacionadas con la gestión de los aceites residuales de cocina; esa gestión incluye la recolección, almacenamiento y eliminación controlada de esos aceites.

## **2.4 Objetivos**

### **2.4.1 Objetivo general**

Caracterizar los procesos de cocción y el manejo posconsumo de los aceites residuales generados en restaurantes del área metropolitana de Bucaramanga mediante técnicas de análisis multivariable.

### **2.4.2 Objetivos específicos**

- Describir los resultados más relevantes para los procesos de cocción y el posconsumo de aceite residual de cocina por medio de un análisis estadístico.
- Realizar un clúster con los atributos del proceso de cocción y manejo posconsumo de los aceites residuales de cocina.

- Elaborar un diagnóstico de riesgos percibidos para los usuarios de restaurantes en Bucaramanga en los procesos de cocción y posconsumo del aceite residual por medio de la norma ISO 31000.

### **3. Marco referencial**

#### **3.1 Marco teórico**

##### **3.1.1 Análisis multivariable**

Según [8] el análisis multivariable se refiere a aquellos métodos estadísticos que analizan simultáneamente diversas variables en cada individuo u objeto sobre el cual se investiga. Se puede considerar análisis multivariable a cualquier análisis simultáneo en el cual intervengan dos o más variables. Aquí también los autores nos explican que “muchas técnicas multivariable son la simple extensión de análisis univariados. Así, por ejemplo, la regresión simple, es una técnica multivariable cuando se extiende a varios regresores. Otras técnicas, sin embargo, como el análisis factorial o el discriminante, están específicamente diseñadas para trabajar únicamente con estructuras multivariadas.”

El momento de realizar un análisis multivariado es importante tener en cuenta la escala en la que se encuentren las medidas de las variables tanto dependientes como independientes, pes están

serán un criterio clave para escoger la técnica multivalente más apropiada para la solución del problema planteado. Existen diferentes tipos de escalas:

- *Escalas nominales:* Los elementos o atributos deben ser etiquetados por un número, el cual tendrá la misma validez que cualquier letra del alfabeto. Estos buscan diferenciar los valores; por ejemplo sexo (hombre, mujer). Al momento de codificar se puede asignar así: 1 si es hombre y 2 si es mujer. [8]

- *Escalas ordinales:* Aparte de diferenciar valores como lo hace la estaca nominal, esta establece un orden entre ellos. En una escala de 1 a 5 el dato representado por el número 2 es mayor al dato representado por el número 1. Si tomamos como ejemplo el tamaño (enorme, grande, normal, pequeño, diminuto). Si codificamos los valores así:

1-diminuto; 2-pequeño; 3-normal; 4-grande; 5- enorme

Esto establece una relación de orden donde  $1 < 2 < 3 < 4 < 5$ , pero no establece que entre grande y enorme exista la misma diferencia que entre pequeño y normal, como tampoco que pequeño sea el doble de diminuto. [8]

- *Escalas de intervalo:* Este tipo de escala aparte de distinción y orden como las anteriores establece que la distancia o diferencia entre dos valores consecutivos siempre es la misma. En este caso, entre los valores representados por dos y tres, existe la misma diferencia que en 4 y 5. Por ejemplo si tomamos valores de temperatura medida en grados centígrados. En este caso, no solo  $100^{\circ}$  es diferente a  $80^{\circ}$ , también podemos decir que  $100^{\circ} > 80^{\circ}$ ; y que la diferencia de temperatura entre ambos es la misma que entre  $80^{\circ}$  y  $60^{\circ}$  ( $100-80= 80-60$ ). [8]

- *Escalas de razón:* Además de distinción, orden e intervalos esta escala incluye un origen absoluto, lo que permite hallar múltiplos exactos, en este caso el valor representado por el número 4 tiene el doble de la cantidad del representado por el número 2. Por ejemplo si hablamos de edad

expresada en años: 40 y 10 años son edades diferentes, 40 años es una edad superior a 20 años, entre 40 y 20 años hay la misma diferencia que entre 30 y 50 años y 0 tiene sentido, aunque una persona con 0 años no tenga edad porque aún no ha nacido. De esta forma se puede decir que 40 es exactamente el doble de 20. [8]

Podemos hablar también de escalas métricas y escalas no métricas. Esto no es una clasificación alternativa, algunos libros agrupan las escalas nominales y ordinales como no métricas y las de intervalo y de razón son agrupadas como escalas métricas.

### *La inferencia estadística*

Las técnicas multivariadas, exceptuando el análisis de clúster y el escalonamiento multidimensional, buscan inferir los valores reales que puede llegar a tomar una variable en una población, partiendo de los valores que toma la variable en una muestra aleatoria de la misma.

Por ejemplo:

*Cuando se juzga a una persona, puede declarársele inocente o culpable. Independientemente del resultado del juicio, la persona será inocente o culpable de verdad. De esta forma, tenemos las cuatro posibilidades. Si hemos inferido que el individuo era inocente y en la realidad lo es, o lo hemos declarado culpable siéndolo, estamos ante situaciones de acierto. Sin embargo las otras dos situaciones son errores. Nos planteamos entonces qué es más grave, si declarar culpable a un inocente (error tipo I) o declarar inocente a un culpable (error tipo II). En las sociedades democráticas, se toma como menos grave la última situación, por lo que se parte del supuesto de inocencia. [9]*

*Tipo de técnicas multivariadas*

Cuando se lleva a cabo un análisis multivariado de datos es muy importante saber determinar la técnica más apropiada entre las muchas posibles.

Para tomar esta decisión es importante responder las siguientes preguntas:

1. ¿Estamos tratando de establecer una relación de dependencia - independencia entre unas variables y otras?
2. Si lo estamos haciendo, ¿cuántas variables independientes se están considerando en el análisis?
3. ¿Qué tipo de escala se está utilizando para medir a las variables?

De las respuestas arrojadas por estas dependerá la técnica multivariada más apropiada para nuestra investigación.

Estas se pueden clasificar en tres grandes grupos

- *Métodos de dependencia:* Estas están definidas en dos grupos dependientes e independientes. Se basan en determinar si el conjunto de variables independientes se ven afectadas por las variables dependientes y de qué forma.
- *Métodos de interdependencia:* Estos métodos no pueden diferenciar entre variables dependientes e independientes y consisten en identificar si hay variables que se relacionan, como lo hacen y por qué.
- *Métodos estructurales:* Estos suponen que las variables pertenecen a dos grupos: las dependientes y las independientes. Su objetivo es analizar cómo las variables independientes afectan a las dependientes y cómo están relacionadas entre sí. [10]

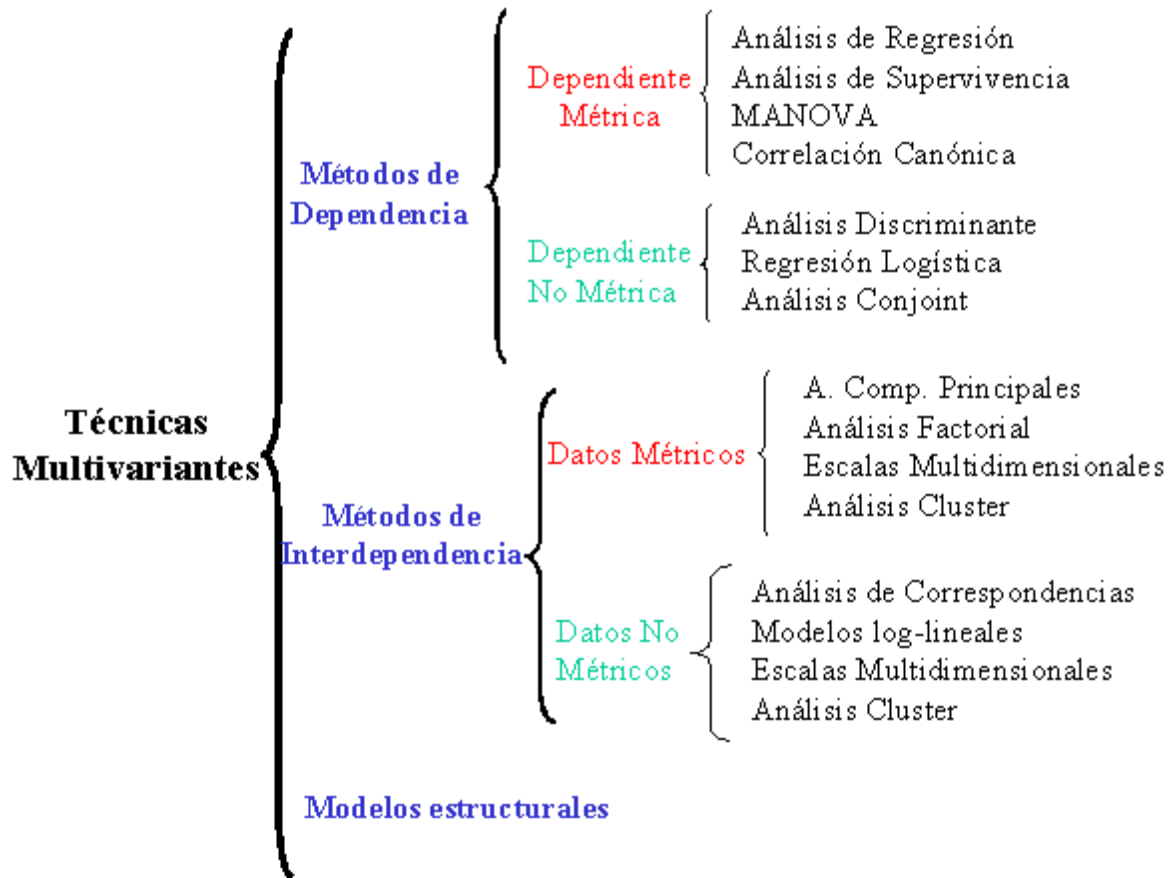


Figura 1. Técnicas multivariantes [10]

*La construcción de un modelo multivariable*

Según Hair et al, Las técnicas multivariantes son herramientas que permiten la extracción de gran información de los datos existentes. Los pasos enunciados a continuación permiten una correcta aplicación de las técnicas multivariantes y facilita la obtención de conclusiones adecuadas y apropiadas.



- *Paso 1: Defina el problema que está investigando, sus objetivos, y decida la técnica a utilizar*

El investigador debe preparar conceptualmente los objetivos de la investigación, debe enfocarse en el tema a investigar, definiendo conceptos e identificando las relaciones existentes, una vez realizado esto puede proceder a revisar la técnica más adecuada para la investigación a realizar.

- *Paso 2: Desarrollo del plan de análisis*

Ya fijado el marco teórico y conceptual, el investigador se enfoca en la aplicación de la técnica seleccionada, teniendo en cuenta los tamaños mínimos necesarios para su aplicación, y que las variables obtenidas en la recolección de datos (encuestas, cuestionarios), son las apropiadas para resolver los objetivos inicialmente planteados.

- *Paso 3: Tenga cuidado con las condiciones de aplicabilidad de la técnica elegida*

Para la aplicación de la técnica es importante conocer las hipótesis en que se basan estas, ya que si los datos obtenidos cumplen o no con lo estipulado depende que carezca o no de sentido para ser aplicadas. En el caso de tratarse de técnicas de dependencia es necesario que cumplan con hipótesis de normalidad, linealidad, independencia del término de error y homoscedasticidad.

- *Paso 4: Estime el modelo variable y establezca el ajuste global del mismo*

Cuando se esté aplicando la técnica, es necesario revisar el nivel de bondad y ajuste adecuado, de no ser el adecuado se debe re especificarse el modelo ya sea incluyendo o eliminando variables.

- *Paso 5: Interprete los resultados*

Cuando se tenga un ajuste aceptables, se procede a interpretar el modelo, se debe revisar los coeficientes, cargas factoriales y utilidades, es posible que la interpretación lo conduzca a una nueva re especificación del modelo.

- *Paso 6: Valide el modelo*

Una vez aceptados los resultados obtenidos es importante aplicar herramientas de diagnóstico que aseguren que los resultados son generalizables al conjunto de la población. [8]

### *Análisis de clúster*

Según Villardón [11] , el análisis de clúster o también llamado análisis de conglomerados es una técnica exploratoria de datos que permite resolver problemas de clasificación. Esta consiste en ordenar objetos (personas, cosas, animales, plantas, variables...) en grupos (conglomerados o clúster) este agrupamiento depende de su grado de asociación o similitud entre los miembros de cada clúster.

El análisis de clúster es un método por medio del cual podemos encontrar asociaciones y estructuras de los datos que no podemos ver a simple vista. Según Villardón “Los resultados de un Análisis de Clúster puede contribuir a la definición formal de un esquema de clasificación tal como una taxonomía para un conjunto de objetos, a sugerir modelos estadísticos para describir poblaciones, a asignar nuevos individuos a las clases para diagnóstico e identificación, etc...”

La clasificación resultante puede ser jerárquicas que posee un número creciente de clases anidadas o no jerárquicas las cuales no están anidadas. Estos también pueden dividirse en aglomerativos y divisivos. Los aglomerativos dependen de cuantas clases como objetos se vayan a clasificar y se va obteniendo clases y objetos similares mientras que en los divisivos se parte de una única clase formada por todos los objetos y se van dividiendo en clases sucesivamente.

### **3.1.2 Biodiesel**

Según García et al [12], la producción de biocombustibles busca renovar el consumo de carburantes fósiles, gracias a su bajo impacto ambiental, uno de los más usados es el biodiesel, este se usa como aditivo en motores de combustión, puede ser en forma de mezcla o que contenga el 100% de biodiesel.

Generalmente el biodiesel es producido a partir de aceites vegetales, estos aceites se transforman a través de un proceso de combinación con alcohol metílico e hidróxido de sodio (NaOH), como su producto de esta reacción se obtiene la glicerina la cual puede ser utilizada en las industrias farmacéuticas o de detergentes. [13]

El uso de biocombustibles resulta ventajosa desde el punto de vista energético pero más un desde el punto de vista ambiental gracias a su bajos niveles de emisión de gases nocivos, como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), gran causante del efecto invernadero.

Con el fin de disminuir el uso de productos agrícolas en la producción de biocombustibles, evitando la disminución o limitación de este recurso se plantea la elaboración de biodiesel a partir de aceites de cocina residuales el cual tiene el mismo proceso de producción sin discriminar si es aceite virgen o residual. [12]

### **3.1.3 ISO 31000:2018**

Según Cassidy et al., el riesgo se puede definir como cualquier problema que llegar a impactar la capacidad que tiene una organización para alcanzar sus objetivos e identificar los cinco tipos de riesgos existentes:

*a) el riesgo estratégico, que afecta la capacidad de una organización para alcanzar sus objetivos, b) el riesgo financiero, es el riesgo que puede resultar en una pérdida de activos, c) el riesgo operativo, es el riesgo que afecta a un proceso de gestión en marcha, d) el riesgo de cumplimiento, es el riesgo que afecta el cumplimiento de las leyes externamente impuestas y regulaciones así como con políticas y procedimientos internos impuestos relacionados con seguridad, conflicto de intereses y otros, e) el riesgo de reputación, es el riesgo que afecta la reputación, la marca o ambas. [14]*

La norma ISO 31000:2011 define la gestión del riesgo como un “conjunto de componentes que brindan las bases y las disposiciones de la organización para diseñar, implementar, monitorear, revisar y mejorar continuamente la gestión del riesgo a través de toda la organización” [15]. Del proceso de gestión del riesgo indica “que es la aplicación sistemática de políticas, procedimientos y prácticas a las actividades de comunicar, consultar, establecer el contexto, identificar, analizar, evaluar, tratar, monitorear y revisar los riesgos” [16]

La gestión integral del riesgo busca identificar y gestionar los riesgos de una organización con carácter estratégico, por medio de técnica y herramientas que apoyen la correcta toma de decisiones, se debe partir del análisis de la incertidumbre y la posibilidad que ocurra un evento o un riesgo. La gestión del riesgo también busca crear valor y contribuir a la consecución de los objetivos de las organizaciones, integrarse con los procesos, se parte de la gestión integral, apoyar la toma de decisiones, tratar la incertidumbre, basarse en la mejor información, considerar factores humanos y culturales y facilitar la mejora continua de las organizaciones.

La norma ISO 31000:2018, puede ser aplicada a cualquier tipo de organización sin importar su tamaño, razón social, mercado, fuente de capital, espectro comercial o forma de financiación. Esta

norma no es certificable las organizaciones que lo realizan lo hacen voluntariamente y lo que buscan es minimizar, gestionar y controlar cualquier tipo de riesgo, esto se puede lograr a través de la implementación de un sistema integrado de gestión de riesgos.

ISOTools explica que para implementar esta norma es necesario establecer que se busca con la implementación de un sistema de gestión de riesgos, definiendo su alcance, seguidamente establecer responsables para la identificación y evaluación de riesgos para cada uno de los procesos, estos se priorizan según su impacto en el proceso o en la organización y finalmente se establecen las acciones de control y mejora continua.

### **3.2 Marco conceptual**

*Aceite residual:* “Derivado del petróleo como un producto de desecho de la utilización de aceites en una amplia gama de actividades industriales y comerciales, tales como la ingeniería, la generación de energía y el mantenimiento de vehículos y que deben ser eliminados adecuadamente, o tratados para ser reutilizados.” [17]

*Biodiesel* o “éster metílico de ácidos grasos (FAME por sus siglas en inglés, fatty acid methyl ester) se puede producir por medio del proceso de esterización a partir de una amplia variedad de aceites y grasas, entre los que figuran las semillas de colza y girasol, las semillas de soja y las nueces por un lado, y por el otro, aceites y grasas usados” [18]

*Análisis de datos:* “es la ciencia que examina datos en bruto con el propósito de sacar conclusiones sobre la información. El análisis de datos es usado en varias industrias para permitir que las compañías y las organizaciones tomen mejores decisiones empresariales y también es

usado en las ciencias para verificar o reprobando modelos o teorías existentes. El análisis de datos se distingue de la extracción de datos por su alcance, su propósito y su enfoque sobre el análisis” [19]

*Clúster:* según Michael Porter “es un grupo geográficamente próximo de compañías interconectadas e instituciones asociadas, en un campo particular, vinculadas por características comunes y complementarias”.

*Variable:* “es cada una de las características o cualidades que poseen los individuos de una población.” [20]

### 3.3 Marco legal y normativo

El gobierno colombiano ha expedido reglamentaciones que estipulan el correcto uso de residuos peligrosos en los que se ven incluidos aceite residuales, su posconsumo, almacenamiento y uso en productos biodegradables.

- *Decreto de ley 2811 del 18 de diciembre de 1974.* Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos naturales renovables y de protección del Medio Ambiente. Esta define la regulación para la prevención y control de contaminación del recurso hídrico, vertimiento del agua residual y los estudios de impacto ambiental y procesos sanitarios. [21]
- *Convenio de Brasilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.* Se refiere a la etapa de posconsumo y eliminación de sustancias peligrosas. Establece las normas que regulan los movimientos transfronterizos de sustancias químicas y residuos peligrosos. [22]

- *Ley 253 de diciembre de 1996.* Por medio de la cual se aprueba el convenio de Brasilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. [23]
- *Resolución 1188 del 1 de septiembre de 2003.* Por el cual se adopta un manual de normas y procedimientos para la gestión de aceites usados en el Distrito Capital.
- *Proyecto de acuerdo 292 de 2012.* "Por el cual se establecen mecanismos para la recolección de aceites vegetales usados para prevenir la contaminación ambiental e hídrica en Bogotá D.C." [24]
- *Resolución 0316 del 1 de marzo de 2018.* "Por el cual se establecen disposiciones relacionada con la gestión de los aceites de cocina usados y se dictan otras disposiciones". Esta busca el aprovechamiento del aceite residual mediante la creación de gestores que realicen diferentes tipos de aprovechamientos. [25]

### **3.4 Marco histórico**

Según Ramos at el [3], los biocombustibles existen desde la época en la que el hombre descubrió como hacer el fuego y uso la madera para cocinar o calentarse. Durante el siglo XVIII, en Europa y América se usaban grasas, aceites vegetales y aceite de ballena para iluminarse, hasta 1860 cuando se inició el uso de kerosene en lámparas de casa y calle.

Iniciando el siglo XX, Rudolf Diésel invento un motor de combustión interna y desarrollo un prototipo de ese motor el cual funcionaba con aceite de maní. Luego con el aumento de la disponibilidad del petróleo, el bajo costo y los buenos resultados para el funcionamiento de motores diésel, convirtió los hidrocarburos fósiles en combustibles dominantes.

En 1970 con la crisis petrolera, los biocombustibles nuevamente tomaron importancia, y a finales del siglo XX cuando el mundo dio una mirada al cambio climático, la disminución de recursos fósiles, y las tendencias de energías limpias y otros factores condujeron a impulsar su producción.

*El biodiesel es el biocombustible de mayor implantación en el viejo continente, con un porcentaje cercano al 80% del total de la producción, según Eurobserv'eR. De hecho, la Unión Europea es la principal región productora de este producto, que cuenta ya con 11 países de gran producción. En el año 2007 la producción mundial de biodiesel se incrementó en un 29,6%. De la cantidad total producida (47,4 millones de toneladas), 39,5 corresponden a la producción de bioetanol, en la que Estados Unidos se encuentra a la cabeza con 19,5 millones de toneladas, seguido de Brasil con 14,9 millones, la Unión Europea con 1,8 millones y China con 1,27 millones. La producción total de biodiesel registrada en 2007 fue de 7,9 millones de toneladas, situándose como principal productor Alemania con 2 millones de toneladas, seguido de Estados Unidos con 1,2 millones, Francia con 1,15 millones e Italia con 550.000 toneladas.*

[26]

Colombia consume aproximadamente 90 mil barriles diarios de diésel, con el fin de reducir el consumo de combustibles fósiles y su impacto ambiental el gobierno estableció los requisitos técnicos y ambientales de biocombustibles para uso en motores diésel por medio de mezclas 5% biocombustible, 95% diésel de origen fósil.

En Colombia se han realizado estudios de laboratorio y plantas piloto para la obtención de biodiesel a partir de diversas materias primas como aceite de palma, aceite de higuera, aceite residual de cocina y subproductos de la industria avícola.



### 3.5 Estado del arte

Para la elaboración de este proyecto se han tenido en cuenta experiencias e investigaciones realizadas con anterioridad, que han aportado información y conocimientos sobre el tema Procesos de cocción y manejo posconsumo de los aceites residuales generados en restaurantes del área metropolitana de Bucaramanga. Entre estos estudios se encuentra el aprovechamiento de los residuos grasos generados en los restaurantes y comidas rápidas de Pereira, realizado por Cesar Andrés Pineda Rodríguez y Jhoniers Guerrero Erazo profesores de la Universidad Tecnológica de Pereira en el año 2011. Esta investigación se realizó con el fin de conocer que alternativas de aprovechamiento de grasas y aceites se podían usar con los aceites y grasas generadas por los establecimientos comerciales de los nueve distritos de la ciudad de Pereira. Dentro de los establecimientos seleccionados se encontraban restaurantes y comidas rápidas de los cuatro distritos con mayor producción de residuos de grasas y aceites. Durante la investigación se planteó la elaboración de 4 productos derivados de grasas y aceites (Betún, Biodiesel, Cera para muebles, Jabón). Luego de tener seleccionados los establecimientos o procedencias se tomaron muestras de grasa y aceites con la menor cantidad de agua y sedimentos (restos de comida) posibles, para esto fueron refrigeradas y posteriormente filtradas, las grasas y aceites fueron sometidas a pruebas de densidad, índice de refrigeración, humedad, acidez, índice de saponificación, yodo y peróxidos para obtener la incidencia que las grasas o aceites pueden tener en cada una de las alternativas. Como resultado los diferentes estudios arrojaron que con las grasas y aceites obtenidos se pueden elaborar la totalidad de los productos planteados inicialmente sin embargo para algunos de los productos tales como el Biodiesel y el Jabón, deben ser elaborados con las procedencias establecidas, en el caso del Biodiesel este debe obtenerse a partir de grasas y aceites de Restaurantes ya que este tipo de material graso contienen una menor cantidad de agua, mientras el

jabón debe obtenerse a partir de grasas y aceites de comidas rápidas, lo que demuestra que las grasas y aceites de los restaurantes y comidas rápidas son de diferente composición y se deben trabajar por separado.

El segundo estudio se denomina diseño de un sistema para la gestión de aceites vegetales usados en Cañete para producir biodiesel, realizado por Luis Márquez Farfan estudiantes de ingeniería industrial y de sistemas de la Universidad de Piura en Lima, Perú en el año 2013. Este estudio se realizó con el objetivo de conseguir una adecuada gestión de los aceites vegetales usados de cocina que se generan en una zona determinada, San Vicente de Cañete. De esta manera se puede lograr que estos residuos dejen de ser un problema en la salud de la población y pasen a convertirse en una fuente alternativa de desarrollo para los municipios. Primero se realizó un levantamiento de la información por medio de una investigación exploratoria, donde se realizaron encuestas para determinar la cantidad de aceite y el tipo de uso que se le da en los establecimientos de comida. Para este estudio se consideró únicamente los establecimientos con mayor producción de aceite vegetal usado (AVU), en el caso de Perú son las pollerías y chifas quienes producen aproximadamente 102 L/día y 40.64 L/día respectivamente, como características importantes del AVU se tuvieron en cuenta la cantidad veces usados o reutilizados y los implementos usados al momento de cocinar (freidora, sartén, perol), ya que estos no controlan la temperatura de la misma forma y la cantidad de aceite usado para saber la cantidad de aceite residual generado. Se plantea también la importancia de la reducción de la fuente (AVU), como medio de preservación del ambiente para lo que sugiere la reutilización, buenas prácticas en la cocina y adecuada concientización de la población, para ellos se deben respetar algunas normas en el proceso de fritura.

- La temperatura de fritura debe ser de 180 °C, temperatura ideal. Se debe tener en cuenta que la temperatura crítica de los aceites es de 190°C, no debe excederse esa temperatura. Para ello se debe llevar un control mediante un termómetro o un termostato.
- Se debe utilizar implementos de cocina, en fritura, que permita llevar un control de la temperatura. Se recomienda usar freidora o en su defecto sartén revestido con teflón.
- Los aceites se pueden usar 3 ó 4 veces como máximo, teniendo en cuenta también el tipo de alimentos freídos. Reutilizar aceites puede influir en el resultado final de los alimentos, cambiando el sabor, la textura y hasta la apariencia de los mismos.
- Los criterios a tener en cuenta, para determinar hasta qué punto se puede reutilizar un aceite usado son: su viscosidad, nivel de rancidez, olor, sabor, color y textura.

Para finalizar el estudio concluye que es importante antes de construir una planta de tratamiento de AVU debe definirse bien la forma de concientizar a la población para asegurar la viabilidad del proyecto, siendo este un proceso rentable y de alta inversión que traerá beneficios a mediano y largo plazo para los ciudadanos.

También se encontró en el estudio de Aceites vegetales usados y principios del derecho ambiental elaborado por Jesús Ignacio Echeverría Mejía en el 2012. Aquí el autor inicialmente realiza una revisión documental sobre las políticas públicas o normas existentes en Colombia acerca del manejo de residuos de aceite vegetal; unas directas al partir de lo general a lo particular encontramos la política ambiental de Colombia (CONPES 2544 de 1991), unas indirectas (CONPES 3510 de 2008) y otras colaterales (como las decisiones que se toman en torno a las políticas del sector agropecuario y las políticas del sector salud), pero estas no son visibles ante la sociedad por falta de conocimiento o divulgación de las mismas. También confronta dos aspectos

relacionados con el manejo de aceites vegetales, en primer lugar la reutilización de los mismos en varias oportunidades para la preparación y cocción de alimentos, siendo esta una práctica que pone en riesgo la salud pública; en segundo lugar el reusó o reciclaje en la elaboración de diferentes productos, en este el Estado en busca de lograr aprovechar al máximo estos residuos, viene generando políticas públicas que impulsen la generación de biocombustibles como el biodiesel haciendo uso de estos residuos como la principal materia prima. Para finalizar el estudio plantea la gran necesidad de hacer un llamado a todas las autoridades ambientales y los distintos actores para que promuevan y divulguen de forma clara una ley o norma que tenga por objeto la regulación, control y gestión de aceites vegetales usados, la cual comprenda el proceso de los AVU desde su generación, pasando por la manipulación, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento, hasta la disposición final en el territorio, esta requiere estar soportada por las políticas ambientales existentes en Colombia, con esto se busca prevenir la contaminación de fuentes hídricas, de los suelos y procura un mejor medio ambiente.

#### **4. Diseño metodológico**

Para desarrollar esta investigación se requiere una metodología basada en el uso de técnicas de análisis multivariable, las cuales nos permitan realizar las agrupaciones de características necesarias para llegar a estandarizar los procesos de cocción y manejo de residuos que actualmente utilizan los restaurantes en Bucaramanga. Esta metodología será cuantitativa para analizar y lograr obtener mediciones adecuadas de las variables involucradas en este para la obtención de datos y resultados.

**4.1 Fundamentos Epistemológicos**

Como mencionamos anteriormente esta metodología tendrá un enfoque cuantitativo. Razón por la cual se realizaran encuestas a restaurantes de Bucaramanga y su área metropolitana, lo que nos permitirá conocer características fundamentales de como llevan a cabo los procesos de cocción y manejo pos consumo de los aceites residuales. Al final de la investigación estos resultados servirán como punto de partida en la caracterización de los dos procesos analizados.

Esta investigación es exploratoria debido a que existen pocos estudios que muestren la caracterización de estos dos procesos. Simultáneamente será de tipo descriptivo para poder detallar como son llevados a cabo actualmente los procesos de cocción y posconsumo del aceite residual para esto se realizan 90 encuestas a restaurantes de Bucaramanga y su área metropolitana. También será de tipo correlacional para medir los niveles de relación entre variables.

**4.2 Fases para la elaboración del proyecto**

Fase	Descripción	Actividad
1	Describir los resultados más relevantes para los procesos de cocción y el posconsumo de aceite residual de cocina por medio de un análisis estadístico.	Diseñar el instrumento (encuesta).
		Validar el instrumento.
		Definir el tamaño de la muestra.
		Aplicar la encuesta.
		Definir las variables.
		Análisis de los datos recolectados en la encuesta.
		Descripción de los resultados obtenidos
2	Realizar un clúster con los atributos del proceso de cocción y manejo pos consumo de los aceites residuales de cocina.	Aplicación de técnica multivariable (análisis de clúster )
		Análisis de la información recolectada a través de técnicas multivariadas.
3	Elaborar un diagnóstico de riesgos percibidos por los usuarios y el manejo de posconsumo de los aceites en restaurantes por medio de la norma ISO 31000.	Identificar los riesgos.
		Describir los riesgos.
		Valorar los riesgos

Figura 2. Fases del proyecto

**4.3 Alfa de Cronbach y consistencia interna de los ítems del instrumento de medida**

El Alfa de Cronbach es un índice que permite medir la confiabilidad de la consistencia interna de una escala, y evalúa la magnitud de correlación de los ítems de un instrumento, es decir, este índice es el promedio de las correlaciones entre los ítems que hacen parte de un instrumento de medición. Este se puede calcular de una forma sencilla multiplicando el valor promedio de todas las correlaciones observadas en los ítems por el número de ítems que componen una escala y luego dividir este producto entre el resultado de la suma de 1 más el producto de la multiplicación del promedio de todas las correlaciones observadas por el resultado de la resta de 1 al número de ítems. [27]

Este método permite estimar la fiabilidad del instrumento de medida aplicado; en este caso la encuesta, por medio de un conjunto de ítems. La validez del instrumento hace referencia al grado de medición que usa el instrumento sobre lo que va a medir. Sus valores oscilan entre 0 y 1 y se considera una buena consistencia interna cuando el valor que toma alfa es mayor a 0.7.

Como criterio general, George y Mallery sugieren las recomendaciones siguientes para evaluar los coeficientes de alfa de Cronbach:

- |                                    |                                       |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| Coeficiente alfa >0,9 es excelente | Coeficiente alfa >0,6 es cuestionable |
| Coeficiente alfa >0,8 es bueno     | Coeficiente alfa >0,5 es pobre        |
| Coeficiente alfa >0,7 es aceptable | Coeficiente alfa <0.5 es inaceptable  |

Tabla 1. *Análisis de la fiabilidad con el SPSS*

<b>Estadísticos de fiabilidad</b>		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
0,830	0,284	54

Nota: *Análisis de fiabilidad Alfa Cronbach por SPSS*

## **5. Resultados**

### **5.1 Caracterización de los procesos**

Para la caracterización de los procesos de cocción y pos consumo del aceite residual generado por restaurantes del área metropolitana de Bucaramanga se tuvieron en cuenta las variables que afectaban directamente los procesos, en el caso de la cocción esta puede llegar a ser afectada por los niveles de temperatura, el tiempo de cocción, la cantidad de veces que se reutiliza el aceite y los alimentos preparados. Mientras que en el proceso de pos consumo se ve afectado por el recipiente donde es almacenado el aceite, las condiciones del ambiente y el tiempo de almacenamiento. Lo anterior, con el fin de caracterizar los procesos y que el aceite residual sea óptimo para la producción de biodiesel.

Para obtener la información se realizó una encuesta a 90 establecimientos de cuatro tipos (restaurantes, asaderos de pollo, puestos de comidas rápidas y fritura de pasabocas) de la ciudad de Bucaramanga.

**Proceso de posconsumo de aceite residual**

Con relación a las formas de almacenamiento del aceite residual

Tabla 2. *Depósito directo al recipiente*

Se deposita directamente en un recipiente					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0% de las veces	35	38,9	38,9	38,9
	Entre el 30% y 70% de las veces	5	5,6	5,6	44,4
	Más del 70% de las veces	5	5,6	5,6	50,0
	100% de las veces	45	50,0	50,0	100,0
	Total	90	100,0	100,0	

Nota: *Datos validos por SPSS para la caracterización de procesos.*

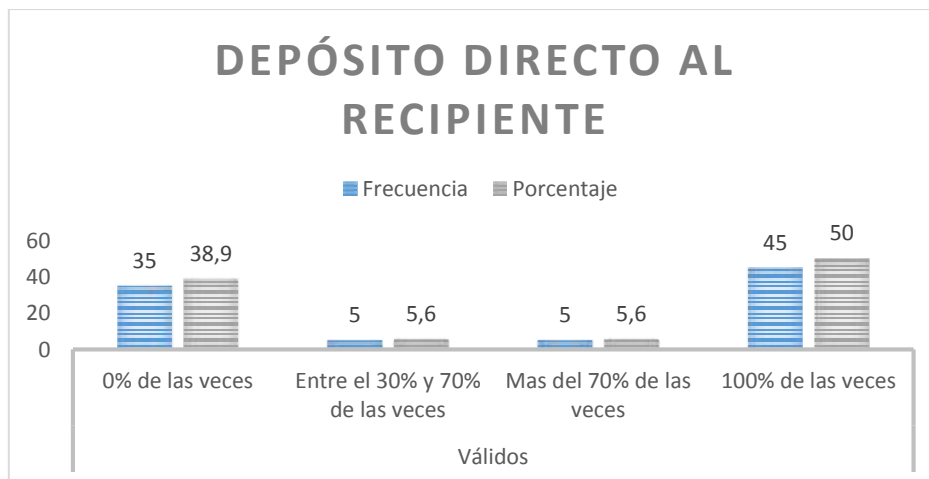


Figura 3. Depósito directo al recipiente

Con relación a si deposita el aceite residual directamente al recipiente el 38.9% de los restaurantes encuestados lo hacen el 0% de las veces, 5,6% lo hacen entre el 30% y el 70% de las veces, el 5,6% lo hacen más del 70% de las veces y el 50% lo hacen el 100% de las veces; se observó que el 50% de los establecimientos encuestados realizan un almacenamiento del aceite directo al recipiente, sin ser separado de los residuos sólidos producidos por los ingredientes que se usaron en el proceso de cocción.



Tabla 3. Sedimentación antes de depositar en el recipiente

Se separan los resto de comida mediante sedimentación antes de depositar en el recipiente					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0% de las veces	80	88,9	88,9	88,9
	Menos del 30% de las veces	2	2,2	2,2	91,1
	Más del 70% de las veces	2	2,2	2,2	93,3
	100% de las veces	6	6,7	6,7	100,0
	Total	90	100,0	100,0	

Nota: Datos validos por SPSS para la caracterización de procesos.

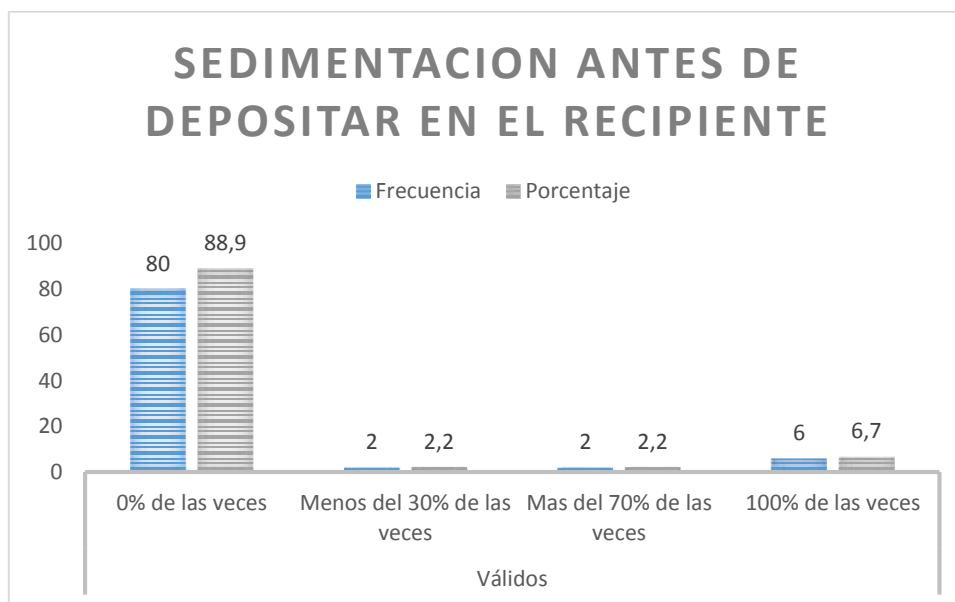


Figura 4. Sedimentación antes de depositar en el recipiente

Con relación a si aplica el proceso de sedimentación antes de depositar el aceite residual en el recipiente el 88.9% de los restaurantes encuestados lo hacen el 0% de las veces, 2,2% lo hacen menos del 30% de las veces, el 2,2% lo hacen más del 70% de las veces y el 6,7% lo hacen el 100% de las veces. Se observó que solo el 6,7% de los restaurantes encuestados realizan el proceso de sedimentación para separar los sólidos existentes en el aceite residual antes de ser depositado en el recipiente de almacenamiento.

Tabla 4. *Filtración antes de depositar en el recipiente*

Se separan los resto de comida mediante filtración antes de depositar en el recipiente					
		Frecuencia	Porcentaje	% válido	% acumulado
Válidos	0% de las veces	53	58,9	58,9	58,9
	Menos del 30% de las veces	2	2,2	2,2	61,1
	Entre el 30% y 70% de las veces	4	4,4	4,4	65,6
	Más del 70% de las veces	2	2,2	2,2	67,8
	100% de las veces	29	32,2	32,2	100,0
	Total	90	100,0	100,0	

Nota: *Datos validos por SPSS para la caracterización de procesos.*

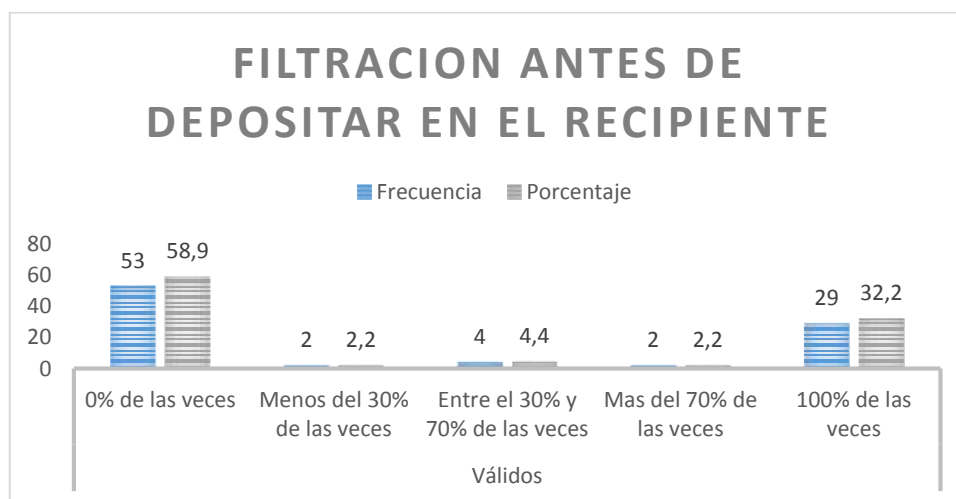


Figura 5. *Filtración antes de depositar en el recipiente*

Con relación a si aplica el proceso de filtración antes de depositar el aceite residual en el recipiente el 58.9% de los restaurantes encuestados lo hacen el 0% de las veces, 2,2% lo hacen menos del 30% de las veces, 4,4 lo hacen entre el 30% y el 70% de las veces, el 2,2% lo hacen más del 70% de las veces y se observó que el 32,2% de los establecimientos utilizan el 100% de las veces el proceso de filtración para separar los residuos sólidos.

Los restos de comida se separan el 100% de las veces en menos de la mitad de los establecimientos encuestados (38.9%) ya sea por métodos como la sedimentación o la filtración. Según Issariyaul [28], estos restos, cuyo contenido puede ser aproximadamente el 20% en peso,

pueden llegar a limitar el uso de estos aceites como materia prima en diferentes procesos. Por otro lado en la producción de biodiesel a partir de aceites residuales, estos deben tener un contenido de solidos menor a 0,5%. En consecuencia, es necesario promover la separación de resto de comida antes de almacenar el aceite.

Con relación al material de que está hecho el recipiente de almacenamiento del aceite residual

Tabla 5. *El material del recipiente es vidrio*

		Vidrio			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0% de las veces	88	97,8	97,8	97,8
	Menos del 30% de las veces	1	1,1	1,1	98,9
	100% de las veces	1	1,1	1,1	100,0
	Total	90	100,0	100,0	

Nota: *Datos validos por SPSS para la caracterización de procesos.*

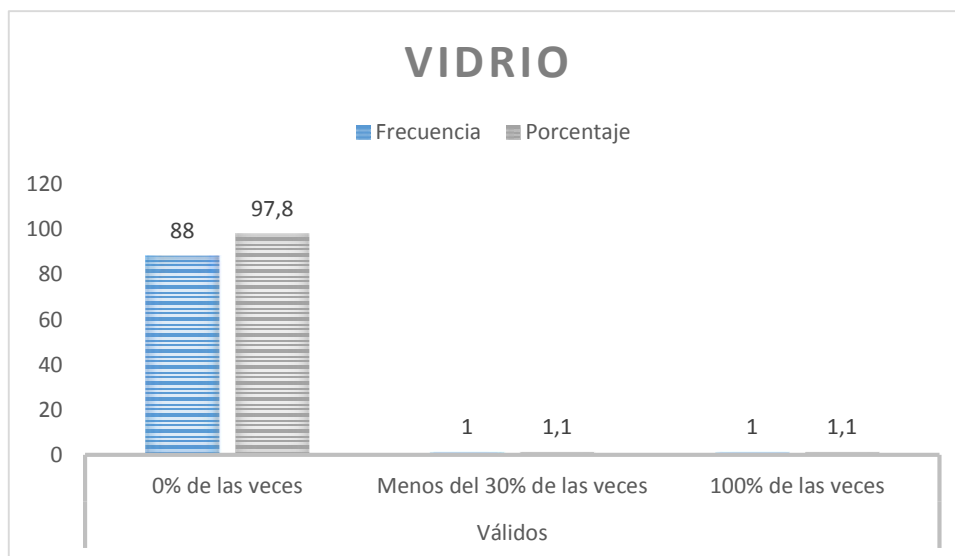


Figura 6. El material del recipiente es vidrio

Con relación a si depositan el aceite residual en un recipiente de vidrio el 97,8% de los restaurantes encuestados lo hacen el 0% de las veces, 1,1% lo hacen menos del 30% de las veces,

1,1% lo hacen el 100% de las veces. Se observó que solo 1 de los 90 restaurantes encuestados depositan en el aceite residual en recipientes de vidrio.

Cabe anotar que es poco recomendable que el aceite reciclado se deposite en recipientes de vidrio por el alto riesgo que corre de partirse a la hora de un traslado.

Tabla 6. El material del recipiente es plástico

		Plástico			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0% de las veces	4	4,4	4,4	4,4
	Menos del 30% de las veces	1	1,1	1,1	5,6
	Entre el 30% y 70% de las veces	2	2,2	2,2	7,8
	Más del 70% de las veces	2	2,2	2,2	10,0
	100% de las veces	81	90,0	90,0	100,0
	Total	90	100,0	100,0	

Nota: Datos validos por SPSS para la caracterización de procesos.

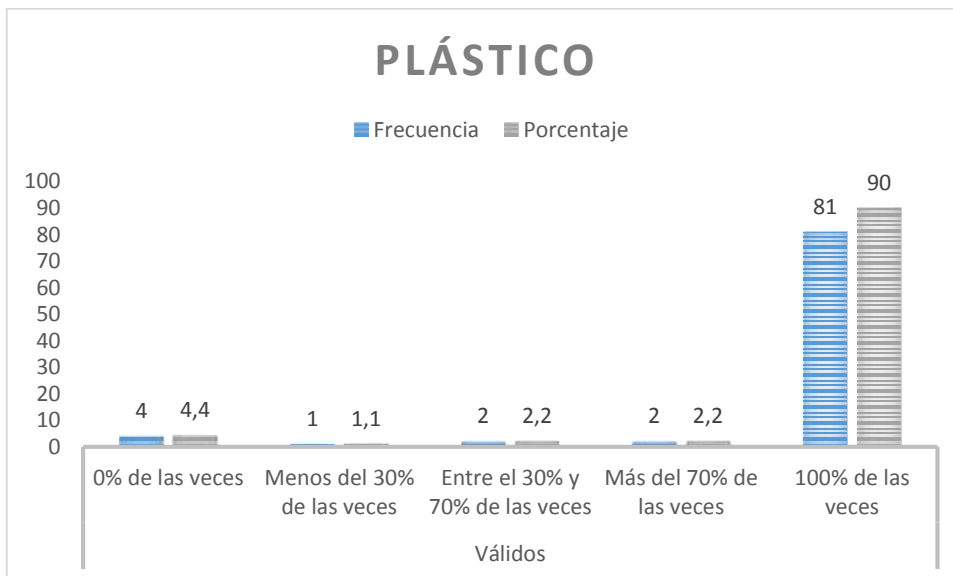


Figura 7. El material del recipiente es plástico

Con relación a si depositan el aceite residual en un recipiente de plástico, se observó que el 90% de los restaurantes hacen uso de recipiente de plástico, siendo este uno de los más recomendados por los sistemas de recolección de aceite por sus características.

Tabla 7. El material del recipiente es metal

		Metal			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0% de las veces	86	95,6	95,6	95,6
	Menos del 30% de las veces	1	1,1	1,1	96,7
	Entre el 30% y 70% de las veces	1	1,1	1,1	97,8
	100% de las veces	2	2,2	2,2	100,0
	Total	90	100,0	100,0	

Nota: Datos validos por SPSS para la caracterización de procesos.

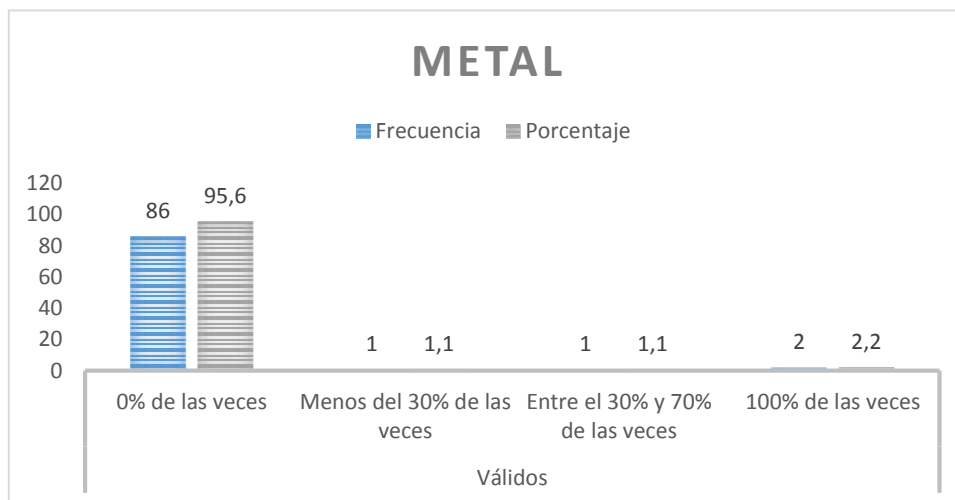


Figura 8. El material del recipiente es metal

Con relación a si depositan el aceite residual en un recipiente de metal se observó 2,2%, equivalente a dos restaurantes de los 90 encuestados lo hacen el 100% de las veces.

Tabla 8. *Usa un recipiente de otro tipo de material*

		Otro material			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0% de las veces	89	98,9	98,9	98,9
	100% de las veces	1	1,1	1,1	100,0
Total		90	100,0	100,0	

Nota: *Datos validos por SPSS para la caracterización de procesos.*

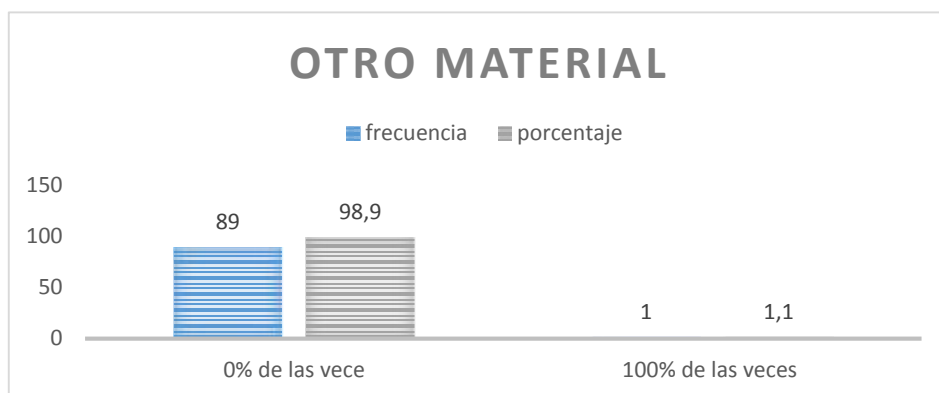


Figura 9. *Usa un recipiente de otro tipo de material*

Con relación a si depositan el aceite residual en un recipiente de otro tipo de material el 98,9% de los restaurantes encuestados lo hacen el 0% de las veces, 1,1% lo hacen el 100% de las veces, indicando que solo uno de los restaurantes encuestados utilizan un recipiente de material diferente al vidrio, plástico o metal.

Aproximadamente el 90% de los establecimiento encuestados usan para el almacenamiento del aceite residual un recipiente plástico, este resultado es muy beneficioso pues el plástico y el vidrio son los material más recomendados por los sistemas de recolección para el almacenamiento del aceite debido a que no aceleran la descomposición natural del aceite, pero hay que tener en cuenta que el vidrio tiene un alto riesgo de partirse en el traslado de este.

Con relación a las características del recipiente utilizado para depositar el aceite residual.

Tabla 9. *El recipiente de almacenamiento es opaco y tiene tapa*

Recipiente opaco y con tapa					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0% de las veces	23	25,6	25,6	25,6
	Menos del 30% de las veces	1	1,1	1,1	26,7
	Entre el 30% y 70% de las veces	4	4,4	4,4	31,1
	Más del 70% de las veces	1	1,1	1,1	32,2
	100% de las veces	61	67,8	67,8	100,0
	Total	90	100,0	100,0	

Nota: *Datos validos por SPSS para la caracterización de procesos.*

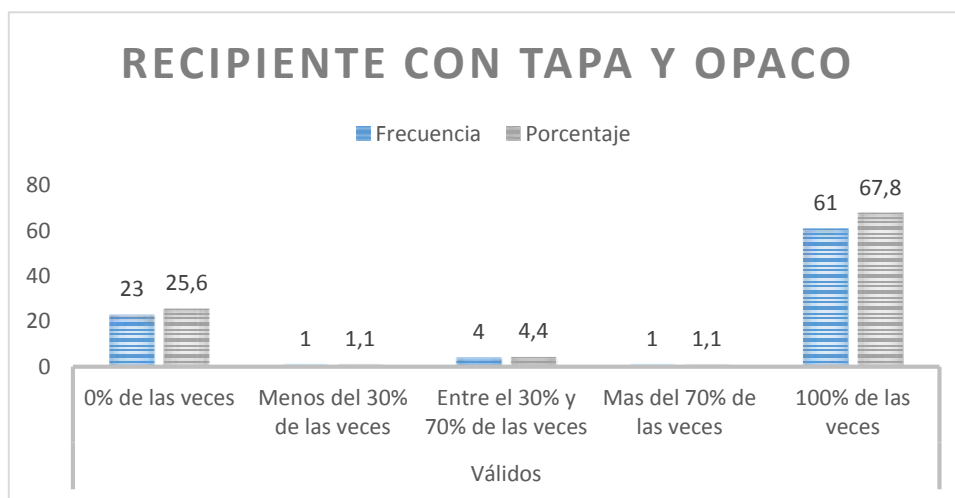


Figura 10. Recipiente de almacenamiento es opaco y tiene tapa

Con relación a si depositan el aceite residual en un recipiente opaco y con tapa el 25,6% de los restaurantes encuestados lo hacen el 0% de las veces y el 67,8% lo hacen el 100% de las veces; siendo estos dos valores los más representativos se observó que el 767,8% de los restaurantes cumplen con las características requeridas para para un recipiente de almacenamiento de aceite residual, evitando que este se degrade a una mayor velocidad.

Tabla 10. *El recipiente de almacenamiento es opaco pero no tiene tapa*

Recipiente opaco y sin tapa					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0% de las veces	87	96,7	96,7	96,7
	Menos del 30% de las veces	1	1,1	1,1	97,8
	Más del 70% de las veces	1	1,1	1,1	98,9
	100% de las veces	1	1,1	1,1	100,0
Total		90	100,0	100,0	

Nota: *Datos validos por SPSS para la caracterización de procesos.*

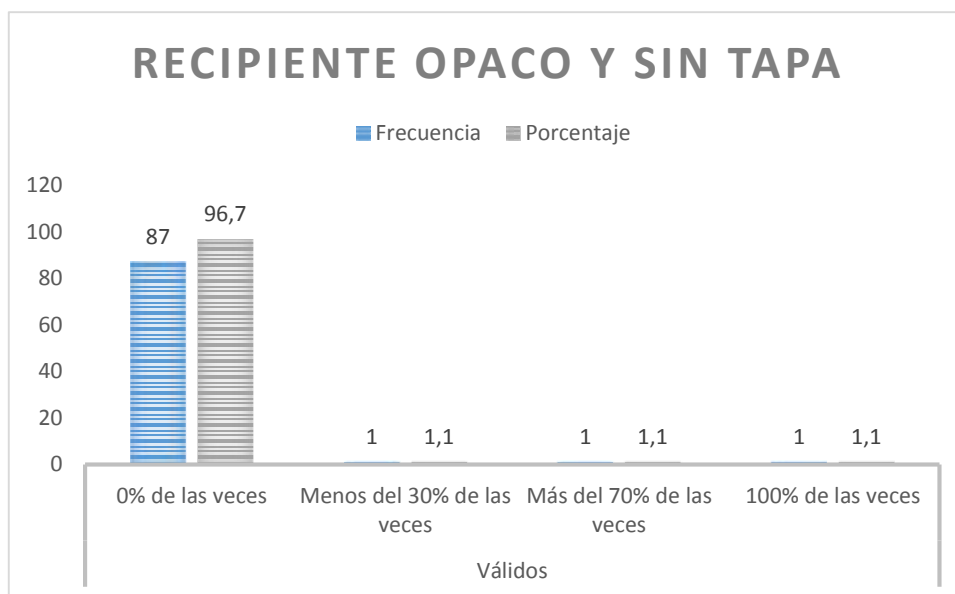


Figura 11. *El recipiente de almacenamiento es opaco pero no tiene tapa*

Con relación a si depositan el aceite residual en un recipiente opaco y sin tapa se observó que 3 de los restaurantes no cumplen siempre la característica de tapar el recipiente de almacenamiento; 1,1 lo hace menos del 30% de las veces, 1,1% lo hacen más del 70% de las veces y el 1,1% lo hacen el 100% de las veces.



Tabla 11. *El recipiente de almacenamiento tiene tapa pero no es opaco*

Recipiente con tapa pero no es opaco					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0% de las veces	70	77,8	77,8	77,8
	Menos del 30% de las veces	1	1,1	1,1	78,9
	Más del 70% de las veces	1	1,1	1,1	80,0
	100% de las veces	18	20,0	20,0	100,0
	Total	90	100,0	100,0	

Nota: *Datos validos por SPSS para la caracterización de procesos.*

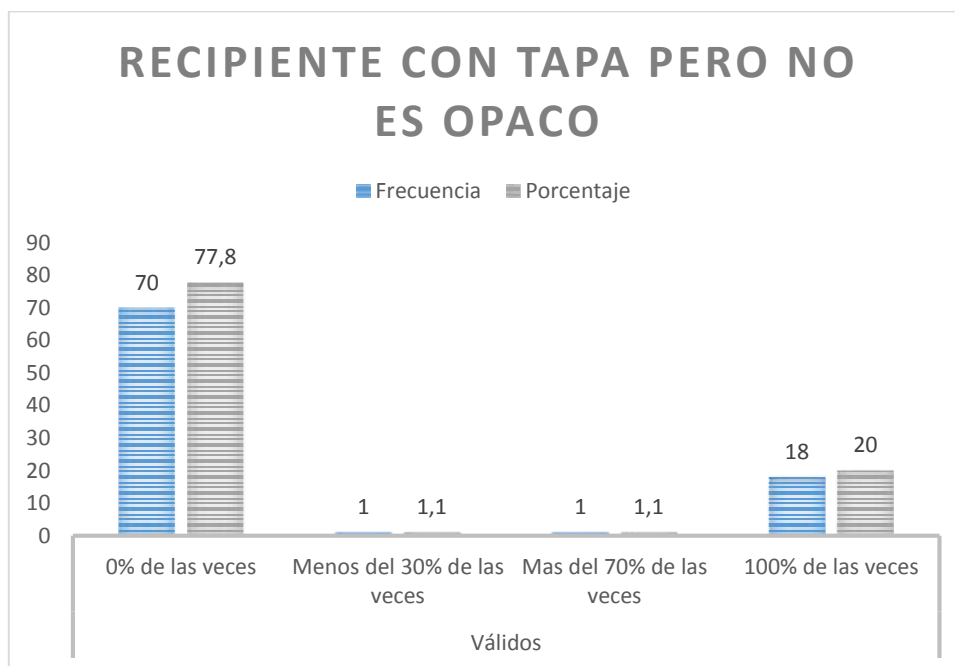


Figura 12. *El recipiente de almacenamiento tiene tapa pero no es opaco.*

Con relación a si depositan el aceite residual en un recipiente con tapa pero que no es opaco se observó que 77,8% de los restaurantes encuestados lo hacen el 0% de las veces, 1,1% lo hacen menos del 30% de las veces, 1,1% lo hacen más del 70% de las veces y el 20% lo hacen el 100% de las veces.

Tabla 12. *El recipiente de almacenamiento no tiene tapa ni es opaco*

Recipiente no tiene tapa ni es opaco					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0% de las veces	85	94,4	94,4	94,4
	Entre el 30% y 70% de las veces	1	1,1	1,1	95,6
	100% de las veces	4	4,4	4,4	100,0
	Total	90	100,0	100,0	

Nota: *Datos validos por SPSS para la caracterización de procesos.*

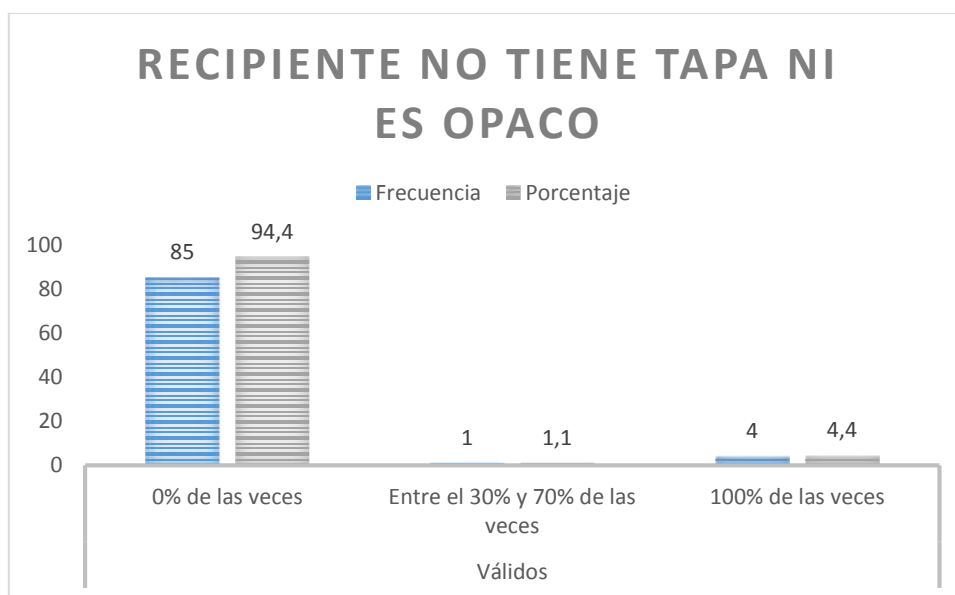


Figura 13. *El recipiente de almacenamiento no tiene tapa ni es opaco.*

Con relación a si depositan el aceite residual en un recipiente que no tiene tapa ni es opaco que el 94,4% de los restaurantes encuestados lo hacen el 0% de las veces, 1,1% lo hacen entre el 30% y el 70% de las veces, y el 4,4% lo hacen el 100% de las veces.

Los aceites residuales se oxidan a mayor velocidad cuando se encuentran en contacto con el aire. Para Choe y Min [29], la presencia de luz y calor en el aceite facilitan la formación de radicales libres que intervienen en el proceso. Por lo tanto se debe aumentar el uso de recipientes

de almacenamiento que tengan tapa y sean opacos ya que solo el 67,8 % de los establecimientos cumplen con esta

Con relación a las condiciones de almacenamiento del aceite residual.

Tabla 13. *Se almacena protegido de la luz y el calor*

Almacenamiento Protegido de la luz y el calor					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0% de las veces	25	27,8	27,8	27,8
	Entre el 30% y 70% de las veces	1	1,1	1,1	28,9
	Más del 70% de las veces	3	3,3	3,3	32,2
	100% de las veces	61	67,8	67,8	100,0
	Total	90	100,0	100,0	

Nota: *Datos validos por SPSS para la caracterización de procesos.*

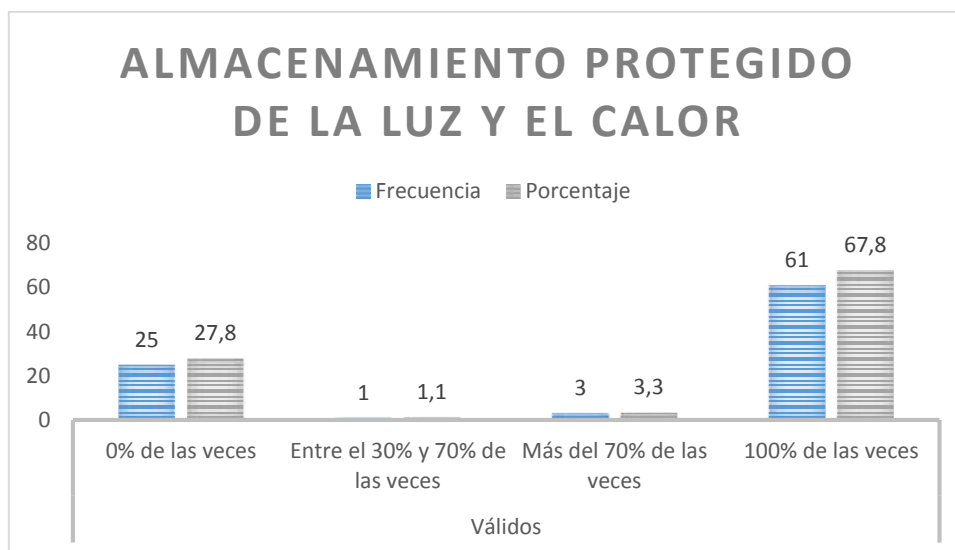


Figura 14. El aceite residual almacenado está protegido de la luz y el calor

Con relación a si el aceite residual almacenado se encuentra protegido de la luz directa y el calor se observó que 27,8% de los restaurantes encuestados lo hacen el 0% de las veces, 1,1% lo hacen entre el 30% y el 70% de las veces, 3,3 lo hacen más del 70% de las veces y el 67,8% lo

hacen el 100% de las veces. Es necesario que todos los establecimientos almacenen el aceite residual protegido de la luz y el calor para evitar aumentar la velocidad de degradación natural del aceite.

Tabla 14. *Se almacena protegido de la luz pero expuesto al calor*

Almacenamiento Protegido de la luz pero expuesto al calor					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0% de las veces	74	82,2	82,2	82,2
	Entre el 30% y 70% de las veces	2	2,2	2,2	84,4
	Más del 70% de las veces	1	1,1	1,1	85,6
	100% de las veces	13	14,4	14,4	100,0
	Total	90	100,0	100,0	

Nota: *Datos validos por SPSS para la caracterización de procesos.*

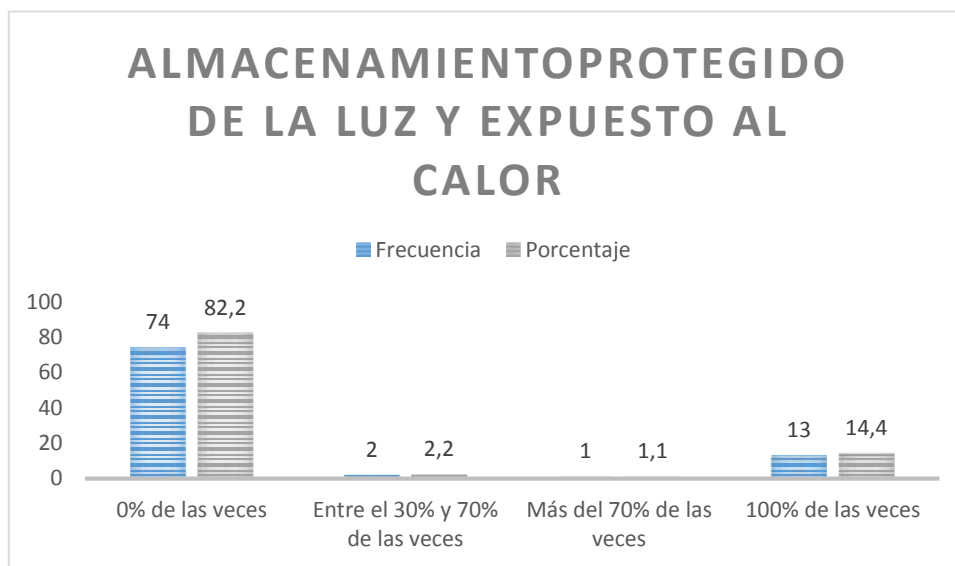


Figura 15. El aceite residual almacenado está protegido de la luz pero expuesto al calor

Con relación a si el aceite residual almacenado se encuentra protegido de la luz directa y expuesto al calor se observó que 82,2% de los restaurantes encuestados no lo exponen, mientras

el 14,4% lo mantienen expuesto al calor. Aumentando el riesgo de cambio de características en el aceite.

Tabla 15. *Se almacena protegido del calor pero expuesto a la luz*

Almacenamiento protegido del calor y expuesto luz					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0% de las veces	84	93,3	93,3	93,3
	Menos del 30% de las veces	1	1,1	1,1	94,4
	Entre el 30% y 70% de las veces	1	1,1	1,1	95,6
	100% de las veces	4	4,4	4,4	100,0
	Total	90	100,0	100,0	

Nota: *Datos validos por SPSS para la caracterización de procesos.*

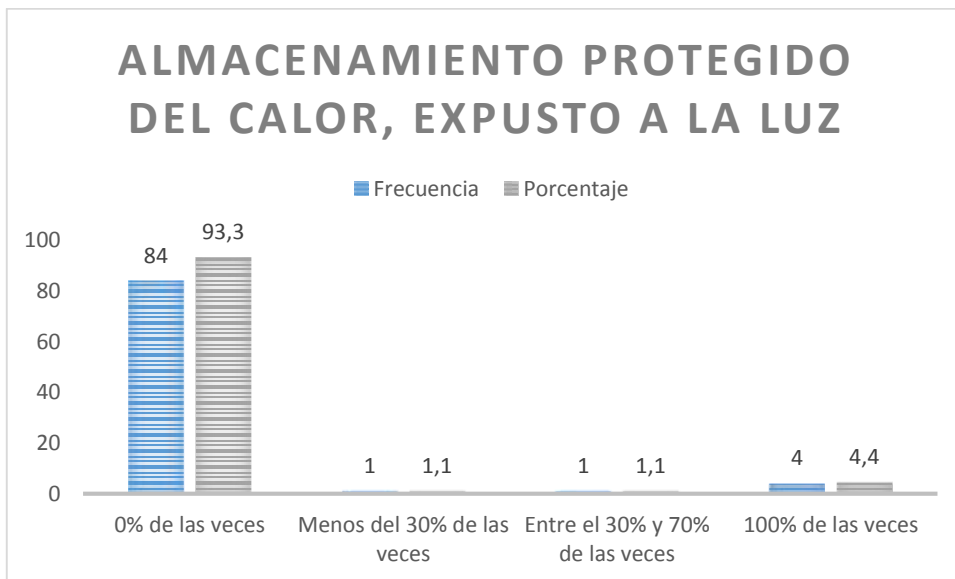


Figura 16. El aceite residual almacenado está protegido de la luz y el calor

Con relación a si el aceite residual almacenado se encuentra protegido del calor y expuesto a la luz se observó que 93,3% de los restaurantes encuestados no exponen el aceite almacena a la luz directa.

Tabla 16. *Se almacena expuesto al calor y la luz*

Almacenamiento Expuesto al calor y a la luz					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0% de las veces	86	95,6	95,6	95,6
	100% de las veces	4	4,4	4,4	100,0
Total		90	100,0	100,0	

Nota: *Datos validos por SPSS para la caracterización de procesos.*

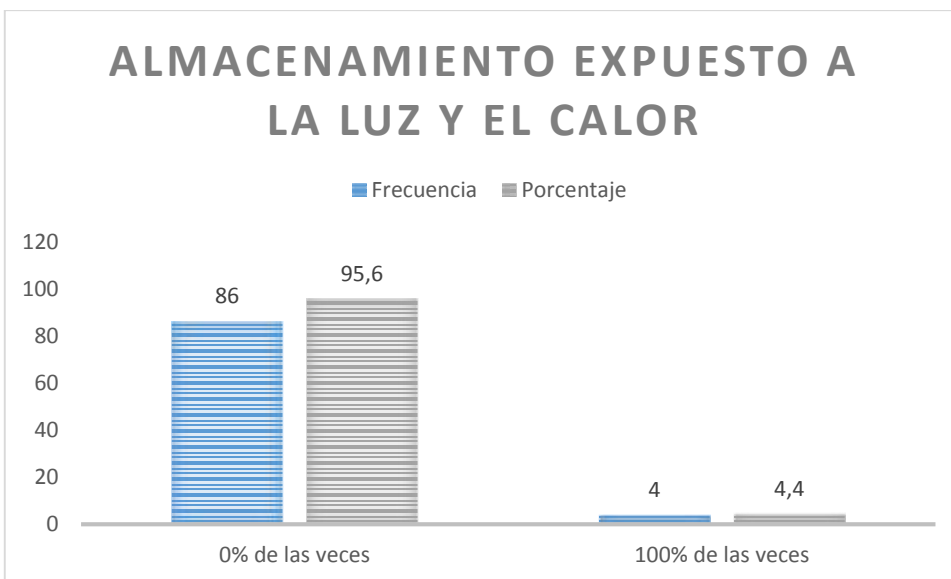


Figura 17. El aceite residual almacenado está protegido de la luz y el calor

Con relación a si el aceite residual almacenado se encuentra expuesto a la luz directa y al calor se observó que 95,6% de los restaurantes encuestados lo hacen el 0% de las veces, 4,4% lo hacen el 100% de las veces.

**Proceso de cocción con aceite residual**

Con relación a la cantidad de días que se reutiliza el aceite antes de ser desechado.

Tabla 17. Cantidad de días que se reutiliza el aceite

Cantidad de días que se reutiliza el aceite					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Un día	15	16,7	16,7	16,7
	Entre 1 y 3 días	45	50,0	50,0	66,7
	Entre 3 días y 1 semana	27	30,0	30,0	96,7
	Entre 1 y 2 semanas	1	1,1	1,1	97,8
	Entre 2 semanas y 1 mes	2	2,2	2,2	100,0
	Total	90	100,0	100,0	

Nota: Datos validos por SPSS para la caracterización de procesos.

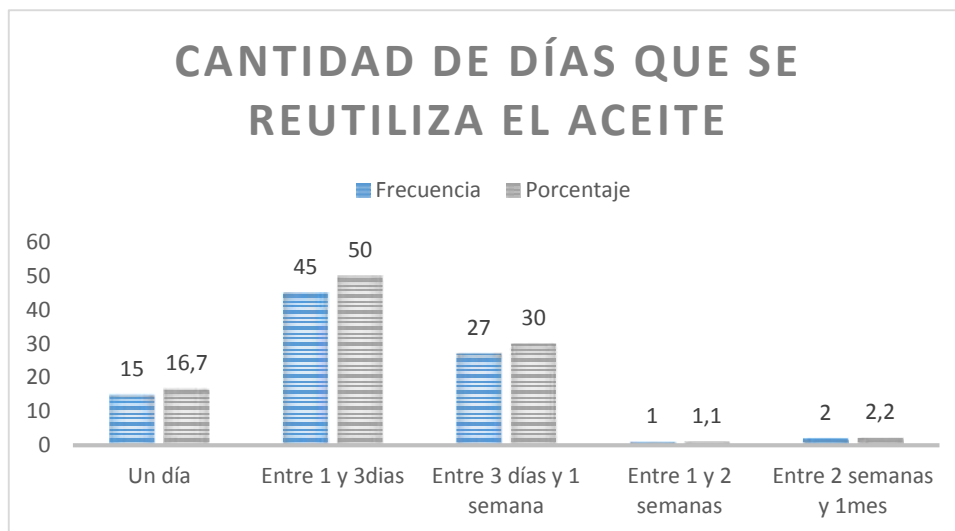


Figura 18. Cantidad de días que se reutiliza el aceite

Con relación a la cantidad de días que se reutiliza el aceite el 16,7% de los restaurantes encuestados lo hacen el diariamente, el 50% lo hacen entre uno y tres días, el 30% lo hacen entre 3 días y 1 semana, siendo estos los resultados más representativos.

El 66,7 de los aceites no superan los 3 días de almacenamiento, pero algunos pueden durar un mes o más. Según Kularni y Dalai [30], durante este tiempo la oxidación continúa, originando una serie de subproductos (alcanos, alquenos, aldehídos, cetonas, ácidos grasos, dímeros, oligómeros) que afectan las propiedades de los aceites, especialmente el índice de acidez. Esta propiedad es crítica para la producción de biodiesel a partir de aceites residuales. Por tanto, el tiempo de almacenamiento debería reducirse al máximo.

Con relación a la temperatura de cocción.

Tabla 18. *Temperatura a la que se cuecen los ingredientes*

		Temperatura de cocción			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	pordebajode150grados	20	22,2	22,5	22,5
	Entre150y200grados	44	48,9	49,4	71,9
	Entre200y250grados	9	10,0	10,1	82,0
	Porencimade250grados	16	17,8	18,0	100,0
	Total	89	98,9	100,0	
Perdidos	Sistema	1	1,1		
Total		90	100,0		

Nota: *Datos validos por SPSS para la caracterización de procesos.*

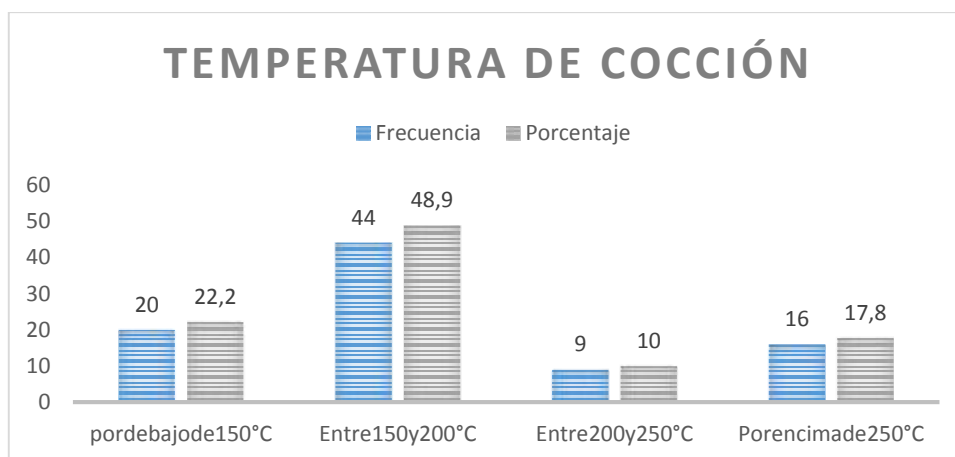


Figura 19. *Temperatura a la que se cuecen los ingredientes.*



Con relación a la temperatura con la que se cuecen los alimentos se observó que el 22,2% de los restaurantes encuestados lo hacen por debajo de los 159°C, el 48,9% lo hacen entre 150°C y 200°C; siendo esta el porcentaje más alto, el 10% lo hacen entre 200°C y 250°C, el 17,8% lo hacen por encima de los 250°C.

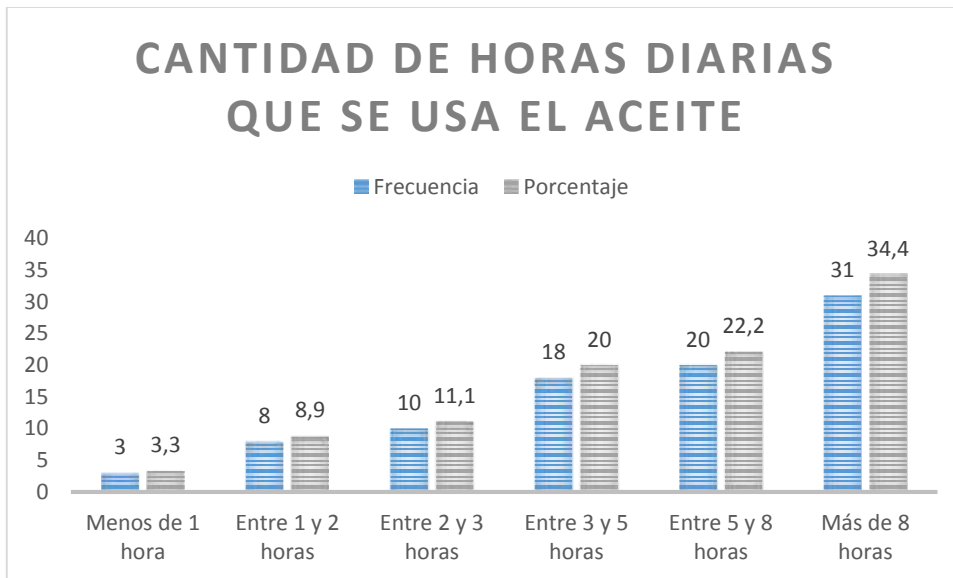
La temperatura de cocción es uno de los factores más influyentes. Durante la cocción, los aceites se someten a altas temperaturas en presencia de humedad, oxígeno y restos de comida y experimentan una serie de reacciones químicas (hidrólisis, oxidación y polimerización) que afectan sus propiedades

Con relación a la cantidad de horas diarias que se usa el aceite

Tabla 19. *Cantidad de horas diarias que se usa el aceite.*

Cantidad de horas diarias que se usa el aceite					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Menos de 1 hora	3	3,3	3,3	3,3
	Entre 1 y 2 horas	8	8,9	8,9	12,2
	Entre 2 y 3 horas	10	11,1	11,1	23,3
	Entre 3 y 5 horas	18	20,0	20,0	43,3
	Entre 5 y 8 horas	20	22,2	22,2	65,6
	Más de 8 horas	31	34,4	34,4	100,0
	Total	90	100,0	100,0	

Nota: *Datos validos por SPSS para la caracterización de procesos.*



*Figura 20.* Cantidad de horas diarias que se usa el aceite

Con relación a cantidad de horas diarias que está en uso constante el aceite se observó que el 3,3% de los restaurantes encuestados lo usan menos de una hora a día, el 8,9% lo hacen entre 1 y 2 horas al día, el 11,1% lo hacen entre 2 y 3 horas al día, el 20% lo hacen entre 3 y 5 horas al día, el 22,2 lo hacen entre 5 y 8 hora al día y el 34,4% de los restaurantes hacen uso continuo del aceite más de 8 horas diarias; siendo este el resultado más alto indicando que él estos establecimientos el aceite puede estar por más de una jornada laboral (8 horas), realizando el proceso de cocción sin interrupción.

Según Choe y Min, tiempos de uso prolongado exacerban esta reacción. Lo anterior coincide con el hecho de que el 34,4 % de los establecimientos presentan tiempos de cocción largos, en algunos casos se superan la 8 horas de cocción seguidas lo que incrementa el índice de acidez del aceite.

En la realización de este análisis estadístico se observó que los restos de comida se separan el 100% de las veces en menos de la mitad de los establecimientos encuestados (38.9%) ya sea por métodos como la sedimentación o la filtración. Estos restos, cuyo contenido puede ser aproximadamente el 20% en peso, pueden llegar a limitar el uso de estos aceites como materia prima en diferentes procesos; en la producción de biodiesel a partir de aceites residuales, estos deben tener un contenido de sólidos menor a 0,5%.

Aproximadamente el 90% de los establecimientos encuestados usan para el almacenamiento del aceite residual un recipiente plástico, y el 67,8% almacenan el aceite residual en recipientes opacos y con tapa, protegiéndolos del calor y la luz directa. Resultados beneficiosos ya que estas características evitan la aceleración de la degradación natural del aceite.

El 66,7% de los aceites residuales no superan los 3 días de almacenamiento, pero algunos pueden durar un mes o más. Cabe resaltar que durante este tiempo la oxidación continúa, originando una serie de subproductos (alcanos, alquenos, aldehídos, cetonas, ácidos grasos, dímeros, oligómeros) que afectan las propiedades de los aceites, especialmente el índice de acidez. Esta propiedad es crítica para la producción de biodiesel a partir de aceites residuales.

La temperatura de cocción es uno de los factores más influyentes. Durante la cocción, los aceites se someten a altas temperaturas en presencia de humedad, oxígeno y restos de comida y experimentan una serie de reacciones químicas (hidrólisis, oxidación y polimerización) que afectan sus propiedades.

El 34,4 % de los establecimientos encuestados presentan tiempos de cocción largos, en algunos casos se superan las 8 horas de cocción seguidas exacerbando la reacción lo que incrementa el índice de acidez del aceite; poco beneficioso en la producción de biodiesel.

## **5.2 Análisis de clúster**

Es una técnica de análisis descriptivo que permite agrupar de forma natural los elementos de una muestra, llamados clúster o conglomerados.

Según Ramírez [31], “los datos son agrupados basándose en el principio de maximizar la similitud entre los elementos de un grupo minimizando la similitud entre los distintos grupos.” Es decir los elementos de un grupo deben ser muy similares entre sí, y al mismo tiempo muy diferente a los elementos de otro grupo.

Es útil saber que las instancias se agrupan en varios segmentos, que nos permiten determinar el comportamiento de una nueva instancia y ubicarla en el grupo correspondiente.

Una vez realizado el agrupamiento, podemos clasificar los clientes en segmentos diferenciados, estudiar que grupos se comportan mejor ante un producto y así poderlos orientar hacia un grupo determinado.

La realización de grupos sirve como resumen de los datos originales, facilitando su dominio y comprensión.

### **5.2.1 Métodos de análisis**

#### **5.2.1.1 Métodos jerárquicos**

Se denominan métodos jerárquicos aquellos que realizan grupos con estructuras arborescentes, de tal forma que los grupos de niveles más bajos son englobados por grupos de niveles más altos.

Fundamentalmente, los métodos jerárquicos suelen subdividirse en métodos aglomerativos (ascendentes), que van sucesivamente fusionando grupos en cada paso; y métodos divisivos (descendentes), que van desglosando en grupos cada vez más pequeños el conjunto total de datos.

### 5.2.1.1.1 Distancia Euclidiana al cuadrado

Se entiende como la distancia según un alineamiento recto entre dos conglomerados, esta solo se puede usar cuando las variables analizadas son continuas.

Se halla de la siguiente forma:

$$d(P_1, P_2) = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

### 5.2.1.1.2 Método de WARD

Según Gallardo [32] *“Es un procedimiento jerárquico en el cual, en cada etapa, se unen los dos clústers para los cuales se tenga el menor incremento en el valor total de la suma de los cuadrados de las diferencias, dentro de cada clúster, de cada individuo al centroide del clúster, su objetivo es encontrar en cada etapa aquellos dos clúster cuya unión proporcione el menor incremento en la suma total de errores”*

$$\alpha_i = \frac{n_{i1} + n_j}{n_{i1} + n_{i2} + n_j} ; \alpha_j = \frac{n_{i2} + n_j}{n_{i1} + n_{i2} + n_j} ; \beta = -\frac{n_j}{n_{i1} + n_{i2} + n_j} ; \gamma = 0$$

El método de WARD es uno de los más utilizados ya que posee las ventajas del método de la media y es discriminativo en la determinación de los niveles de agrupamiento.

### 5.2.2 Método de K-MEANS

El termino K-means o K- medias se aplica a variables cualitativas, busca asignar cada elemento al clúster con el centroide más próximo. Este procedimiento radica en que el centroide se calcula a partir de los miembros del clúster tras cada asignación y no al final de cada ciclo. [33]

El algoritmo propuesto por MacQueen en 1972 es el siguiente:

1. Tomar los K primeros casos como clúster unitarios.
2. Asignar cada uno de los  $m - K$  individuos restantes al clúster con el centroide más próximo. Después de cada asignación, recalcular el centroide del clúster obtenido.
3. Tras la asignación de todos los individuos en el paso segundo, tomar los centroides de los clúster existentes como puntos semilla fijos y hacer una pasada más sobre los datos asignando cada dato al punto semilla más cercano

### 5.2.3 Software SPSS

SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) es un programa estadístico de gran utilidad para las organizaciones que necesitan desarrollar y analizar bases de datos para aplicaciones prácticas o para diferentes necesidades de investigación. Estén programa ofrece diversas posibilidades para crear vínculos con otros programas más comunes tales como Microsoft Word, Excel y Power Point, también permite manejar bancos de datos de gran magnitud y efectuar análisis estadísticos muy completos.

Familiarizarse con la variedad de opciones y procedimientos estadísticos de este programa permite administrar bancos de datos de manera eficiente y desarrollar perfiles de usuarios, hacer

proyecciones y análisis de tendencias que permitirán planificar y hacer mejor uso de la información capturada. ++

Teniendo en cuenta las opciones y los procesos que nos brinda este programa estadístico, se ha decidido el uso de este por su adaptabilidad a las necesidades de nuestra investigación.

### 5.2.4 Aplicación

En esta sección se aplicaron los métodos anteriormente mencionados por medio del software estadístico SPSS

#### 5.2.4.1 Dendograma

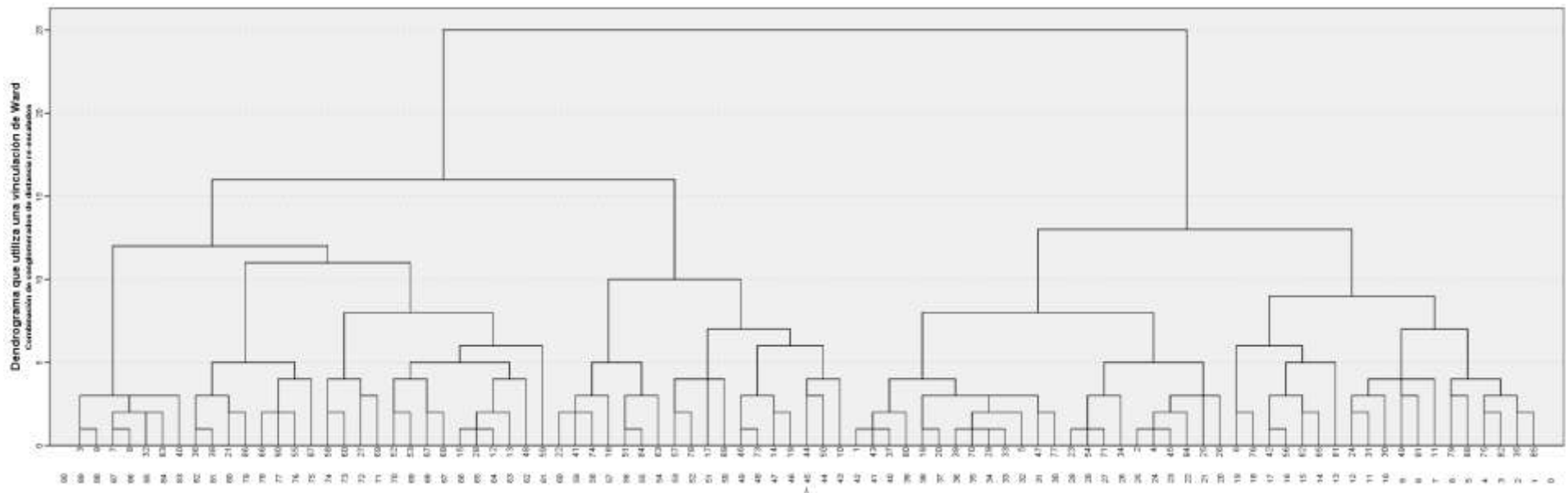


Figura 21. Dendograma

El dendograma determinó el número de clúster que en este caso fueron 2 el primero compuesto por 43 usuarios y el segundo compuesto por 6 usuarios. Para su realización se usó la distancia euclidiana al cuadrado y el método de WARD.



5.2.4.2 *Historial de conglomerados*

Tabla 20. *Centros de conglomerados*

Centros de los conglomerados finales		
	Conglomerado	
	1	2
Palma	3	3
Soya	2	1
Girasol	1	2
Canola	1	1
Otro	1	2
Frecuencia cambio aceite	5	4
Cantidad aceite diario usado	3	2
Aceite residual diario	2	1
Época generadora mayor cantidad de residuos	4	4
Cambio de color	2	3
Cambio de olor	1	1
Cambio de sabor	2	1
Días de uso	3	2
Otro criterio de cambio	1	1
Depósito directo al recipiente	3	4
Sedimentación luego deposito	1	1
Filtración luego deposito	3	2
Vidrio	1	1
Plástico	5	5
Metal	1	1
Otro material	1	1
Con tapa y opaco	4	3
Sin tapa y opaco	1	1
Con tapa no opaco	1	2
Sin tapa no opaco	1	1
Cocina	1	4
Bodega	4	2
Patio	1	2
Otro lugar	1	1
Protegido luz y calor	4	4
Protegido luz expuesto calor	1	2
Protegido calor expuesto luz	1	1
Expuesto calor y luz	1	1
Tiempo almacenamiento aceite residual	3	3
Se vierte al fregadero	1	1
Se desecha con residuos solidos	1	2
Se vende	5	3
Se lleva a un centro de reciclaje	1	2
Otra forma de eliminación	1	1
Cantidad de días de reutilización del aceite	2	2
Temperatura	3	2
Horas diarias uso del aceite	5	4
Carnes	3	2
Cereales	1	1
Harinas	2	2
Tubérculos	3	3
Salsas	1	1
Espicias	1	1
Otro ingrediente	1	1
Frecuencia cambio de menú	6	6

Freidora	5	3
Sartén	1	3
Sartén con teflón	1	1
Wok	1	1
Otro utensilio	1	1

Nota: *Agrupamiento de atributos.*

El anterior grafico permitió visualizar la distancia entre los atributos analizados, al agruparse según el método de clúster jerárquico y los centroides de las variables independientes por medio del método de K-Means.

Tabla 21. *Números de conglomerados.*

Número de casos en cada conglomerado		
Conglomerado	1	43,000
	2	46,000
Válidos		89,000
Perdidos		1,000

Nota: *Datos válidos para el agrupamiento según SPSS.*

El primer clúster está compuesto por 43 establecimientos y está determinado por aquellos que tienen en común la cantidad de aceite usado y la cantidad de aceite residual producido; se etiquetó con el nombre de cantidad de aceite.

Con relación al segundo clúster está compuesto por 46 establecimientos y está determinado por aquellos que tienen en común la cantidad de aceite usado y la cantidad de aceite residual producido; se etiquetó con el nombre de cantidad de aceite.



Figura 22. Clúster

### 5.3 Diagnóstico de riesgos

La elaboración de este diagnóstico se basó en la norma ISO 31000, Esta norma permite identificar, analizar y evaluar por medio de una valoración los riesgos existentes en una organización.

Inicialmente se realizó una encuesta la cual nos permitió identificar los riesgos a los que se encuentran expuestos los usuarios de restaurantes en Bucaramanga, por las diferentes prácticas o costumbres que realizan diariamente los restaurantes en sus procesos de cocción y pos consumo del aceite residual. Luego de esto, se procede a realizar una valoración basada en la perspectiva de quien realizo el diagnostico de riesgos (Autor del documento). Obteniendo como resultado valores

numéricos que permiten identificar el nivel de aceptabilidad del riesgo para así generar medidas que permitan la prevención, disminución, o control de los riesgos existentes.

A continuación, se describen los parámetros para elaborar la matriz de riesgos:

1. Identificar los atributos existentes en la encuesta.
2. Identificar los posibles riesgos que puede ocasionar los procesos de cocción y posconsumo de aceite residual.
3. Realizar una descripción y clasificación de riesgos y los posibles efectos en los usuarios.
4. Realizar la evaluación de los riesgos para identificar las valoraciones de cada uno de ellos, evaluando factores como: nivel de probabilidad, nivel de impacto, nivel de riesgo según lo establece la Guía para la administración del riesgo y el diseño de controles en entidades públicas.
5. Hacer la respectiva valoración del riesgo y definir su aceptabilidad.
6. Para la matriz de calor hay cuatro niveles de riesgos: muy bajo, bajo, moderado y alto, los cuales fueron obtenidos mediante la multiplicación de los niveles de probabilidad y los niveles de consecuencias.
7. Establecer la interpretación de cada uno de los riesgos y acciones preventivas para mitigarlos.

A continuación, se podrá observar las tablas de rangos para cada uno de los niveles, establecidas por la Guía para la administración del riesgo y el diseño de controles en entidades públicas – Riesgos de gestión corrupción y seguridad digital para la valoración de los riesgos.

Para iniciar con la valoración de riesgos se determina la probabilidad de ocurrencia del riesgo y sus consecuencias o impacto.

Tabla 22. *Criterios para calificar la probabilidad*

NIVEL	DESCRIPTOR	DESCRIPCION	FRECUENCIA
5	Casi seguro	Se espera que el evento ocurra en la mayoría de las circunstancias.	Más de 1 vez al año.
4	Probable	Es viable que el evento ocurra en la mayoría de las circunstancias.	Al menos 1 vez en el último año.
3	Posible	El evento podrá ocurrir en algún momento.	Al menos 1 vez en los últimos 2 años.
2	improbable	El evento puede ocurrir en algún momento.	Al menos 1 vez en los últimos 5 años.
1	Rara vez	El evento puede ocurrir solo en circunstancias excepcionales (poco comunes o anormales).	No se ha presentado en los últimos 5 años.

Nota: *criterios de probabilidad adaptada de “Guía para la administración del riesgo y el diseño de controles en entidades públicas”.*

Tabla 23. *Criterios para calificar el impacto – riesgos de gestión*

Nivel	Impacto cuantitativo	Impacto cualitativo
<b>5. Catastrófico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impacto que afecte la ejecución presupuestal en un valor <math>\geq 50\%</math>.</li> <li>- Pérdida de cobertura en la prestación de los servicios de la entidad <math>\geq 50\%</math>.</li> <li>- Pago de indemnizaciones a terceros por acciones legales que pueden afectar el presupuesto total de la entidad en un valor <math>\geq 50\%</math>.</li> <li>- Pago de sanciones económicas por incumplimiento en la normatividad aplicable ante un ente regulador, las cuales afectan en un valor <math>\geq 50\%</math> del presupuesto general de la entidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interrupción de las operaciones de la entidad por más de cinco (5) días.</li> <li>- Intervención por parte de un ente de control u otro ente regulador.</li> <li>- Pérdida de información crítica para la entidad que no se puede recuperar.</li> <li>- Incumplimiento en las metas y objetivos institucionales afectando de forma grave la ejecución presupuestal.</li> <li>- Imagen institucional afectada en el orden nacional o regional por actos o hechos de corrupción comprobados.</li> </ul>
<b>4. Mayor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impacto que afecte la ejecución presupuestal en un valor <math>\geq 20\%</math>.</li> <li>- Pérdida de cobertura en la prestación de los servicios de la entidad <math>\geq 20\%</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interrupción de las operaciones de la entidad por más de dos (2) días.</li> <li>- Pérdida de información crítica que puede ser recuperada de forma parcial o incompleta.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pago de indemnizaciones a terceros por acciones legales que pueden afectar el presupuesto total de la entidad en un valor <math>\geq 20\%</math>.</li> <li>- Pago de sanciones económicas por incumplimiento en la normatividad aplicable ante un ente regulador, las cuales afectan en un valor <math>\geq 20\%</math> del presupuesto general de la entidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sanción por parte del ente de control u otro ente regulador.</li> <li>- Incumplimiento en las metas y objetivos institucionales afectando el cumplimiento en las metas de gobierno.</li> <li>- Imagen institucional afectada en el orden nacional o regional por incumplimientos en la prestación del servicio a los usuarios o cuidamos</li> </ul>
<b>3. Moderado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impacto que afecte la ejecución presupuestal en un valor <math>\geq 5\%</math>.</li> <li>- Pérdida de cobertura en la prestación de los servicios de la entidad <math>\geq 10\%</math>.</li> <li>- Pago de indemnizaciones a terceros por acciones legales que pueden afectar el presupuesto total de la entidad en un valor <math>\geq 5\%</math>.</li> <li>- Pago de sanciones económicas por incumplimiento en la normatividad aplicable ante un ente regulador, las cuales afectan en un valor <math>\geq 5\%</math> del presupuesto general de la entidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interrupción de las operaciones de la entidad por un (1) día.</li> <li>- Reclamaciones o quejas de los usuarios que podrían implicar una denuncia ante los entes reguladores o una demanda de largo alcance para la entidad.</li> <li>- Inoportunidad en la información, ocasionando retrasos en la atención a los usuarios.</li> <li>- Reproceso de actividades y aumento de carga operativa.</li> <li>- Imagen institucional afectada en el orden nacional o regional por retrasos en la prestación del servicio a los usuarios o ciudadanos.</li> <li>- Investigaciones penales, fiscales o disciplinarias</li> </ul>
<b>2. Menor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impacto que afecte la ejecución presupuestal en un valor <math>\geq 1\%</math>.</li> <li>- Pérdida de cobertura en la prestación de los servicios de la entidad <math>\geq 5\%</math>.</li> <li>- Pago de indemnizaciones a terceros por acciones legales que pueden afectar el presupuesto total de la entidad en un valor <math>\geq 1\%</math>.</li> <li>- Pago de sanciones económicas por incumplimiento en la normatividad aplicable ante un ente regulador, las cuales afectan en un valor <math>\geq 1\%</math> del presupuesto general de la entidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interrupción de las operaciones de la entidad por algunas horas.</li> <li>- Reclamaciones o quejas de los usuarios, que implican investigaciones internas disciplinarias.</li> <li>- Imagen institucional afectada localmente por retrasos en la prestación del servicio a los usuarios o ciudadanos.</li> </ul>
<b>1. Insignificante</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interrupción de las operaciones de la entidad por algunas horas.</li> <li>- Reclamaciones o quejas de los usuarios, que implican investigaciones internas disciplinarias.</li> <li>- Imagen institucional afectada localmente por retrasos en la prestación del servicio a los usuarios o ciudadanos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No hay interrupción de las operaciones de la entidad.</li> <li>- No se generan sanciones económicas o administrativas.</li> <li>- No se afecta la imagen institucional de forma significativa.</li> </ul>

Nota: criterios de impacto adaptado de “Guía para la administración del riesgo y el diseño de controles en entidades públicas”.

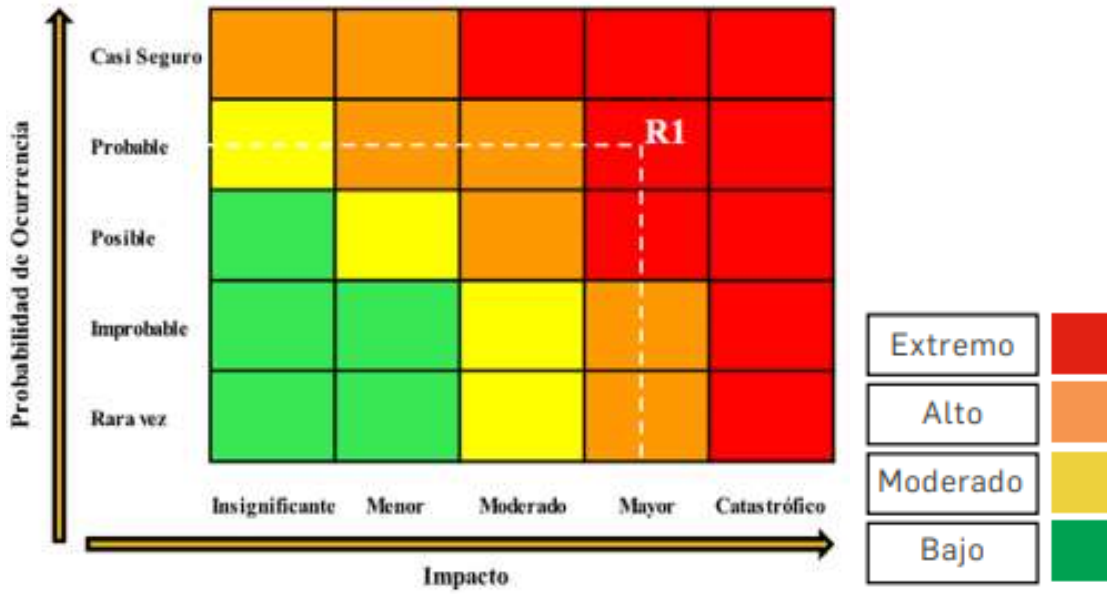


Figura 23. Mapa de calor [34]

5.3.1 Matriz de riesgos

MAPA DE RIESGOS DE GESTIÓN

MAPA DE RIESGOS DE GESTIÓN															
<b>Proceso:</b>	Cocción y posconsumo del aceite residual.														
<b>Objetivo:</b>	Diagnosticar los riesgos percibidos para los usuarios de restaurantes en Bucaramanga														
Nombre del Riesgo	Clasificación del riesgo	Causas	Consecuencias	Riesgo Inherente			Control	Acción de Control	Riesgo Residual			Opción de manejo (ERCA)	Acciones Preventivas	Responsable de la acción	Registro-Evidencia
				Probabilidad	Impacto	Nivel			Probabilidad	Impacto	Nivel				
Consumo de alimentos freídos con aceites reutilizados	Operativo	Inadecuado proceso de cocción estandarizado	Problemas de salud pública, demandad legales de los consumidores por baja calidad del producto.	3	3	9	Manual	Toma de conciencia sobre la disminución del número de veces que es reutilizado el aceite en el proceso de cocción. Uso de aceite de palma el cual es más resistente al proceso de cocción.	2	2	4	Reducir	Selección del proveedor de aceite de palma. Análisis de costos para la disminución de la reutilización del aceite. Estandarización del proceso de cocción.	Jefe de proceso	Análisis de proveedores Documentación del proceso. Análisis de costos
consumo de alimentos crudos en el interior	Operativo	Inadecuado proceso de cocción estandarizado	Problemas de salud pública, demandad legales de los consumidores por baja calidad del producto.	4	3	12	Manual	Freír los alimentos disminuyendo la temperatura para evitar la aceleración de la cocción de la capa externa del alimento.	1	2	2	Reducir	Estandarización del proceso de cocción. Análisis de tiempos de cocción según la temperatura utilizada.	Jefe de proceso	Análisis de tiempos. Documentación del proceso.



Contaminación del suelo y el agua por derrames de aceite	Ambiental	Inadecuado manejo de residuos peligrosos	Sanciones económicas y legales por mala disposición de residuos, problemas de salud pública.	4	4	16	Manual	Hacer uso de un sistema de recolección de aceite residual que se encargue de una óptima disposición de este residuo	2	3	6	Reducir	Planeación de rutas de recolección del aceite. Estandarización del proceso de posconsumo del aceite residual.	Jefe de proceso	Contrato con sistema de recolección del residuo. Documentación del proceso.
Recipiente expuestos al calor	Operativo	Espacio inadecuado para el almacenamiento de aceite residual.	Aumento de la degradación natural del aceite residual, riesgo de incendio por contacto con calor y agua.	2	2	4	Manual	Contar con un espacio con las condiciones ambientales óptimas para el almacenamiento del aceite residual.	1	1	1	Reducir	Estandarización del proceso de posconsumo del aceite residual. Análisis de distribución de planta.	Jefe de proceso	Documentación del proceso.
Recipiente almacenado cerca de fuentes eléctricas	Operativo	Espacio inadecuado para el almacenamiento de aceite residual.	Aumento de la degradación natural del aceite residual, riesgo de incendio por contacto eléctrico.	2	2	4	Manual	Contar con un espacio con las condiciones ambientales óptimas para el almacenamiento del aceite residual.	1	1	1	Reducir	Estandarización del proceso de posconsumo del aceite residual. Análisis de distribución de planta.	Jefe de proceso	Documentación del proceso.

Figura 24. Matriz de riesgos

### **5.3.2 Análisis de la matriz de riesgos**

La matriz de riesgos presentada, es una herramienta básica para evaluar los posibles riesgos a los que se ven expuestos los usuarios de establecimientos de alimentos (restaurante, asaderos. Comidas rápidas, pasabocas) del área metropolitana de Bucaramanga que reutilizan los aceites de freír por varios días y en largas jornadas. Además también presenta recomendaciones de fácil aplicación con el fin de eliminar, disminuir o controlar el riesgo según sea el caso.

En la matriz de riesgos resultantes se puede observar que la mayoría de los riesgos presentes son de tipo operativo afectando directamente el proceso, por lo que es necesario estandarizar los procesos de cocción y posconsumo de aceite residual para mitigar los riesgos analizados. También se presenta un riesgo de tipo ambiental el cual muestra la necesidad de un sistema recolector de aceite residual que cumpla con los tiempos y rutas de recolección establecida o inicialmente pactadas con el fin que los establecimientos eviten hacer una mala disociación del residuo.

## **6. Conclusiones**

Con relación a los resultados más relevantes para los procesos de cocción y el posconsumo de aceite residual de cocina por medio de un análisis estadístico. Se observó que en los restaurantes del área metropolitana de Bucaramanga en un alto porcentaje cumplen con los procesos y características más recomendados para la generación de aceite residual óptimo para la producción de biodiesel; entre ellos la separación de restos de comida existentes en el aceite de cocina residual, teniendo en cuenta que en la producción de biodiesel a partir de aceite residual este no puede contener más del 0.5% en residuos sólidos, el uso de recipientes plásticos con tapa y opacos y el almacenamiento no mayor a 3 días, todo esto con el fin de evitar acelerar la degradación natural

del aceite residual y la aparición de subproductos que afecten las propiedades del aceite. También se observó que es necesario concientizar a los establecimientos en disminuir los altos niveles de temperatura y los largos tiempos de cocción a los que se somete el aceite y que son poco beneficiosos para los consumidores y para el aceite como materia prima del biodiesel.

Con relación a la aplicación del análisis de clúster, técnica de análisis multivariado se pudo obtener dos clúster expresados de la siguiente manera: El primero conformado por 43 restaurantes que se agruparon alrededor de los atributos Soya, Frecuencia cambio del aceite, Cantidad de aceite diario usado, Cantidad de aceite residual diario, Cambio de sabor, Días de uso, Filtración, luego deposito, Con tapa y opaco, Bodega, Se vende, Temperatura, Horas diarias de uso del aceite, Carnes, Freidora, Sartén. El segundo conformado por 46 restaurantes que se agruparon alrededor de los atributos Girasol, Otro tipo de aceite, Cambio de color, Depósito directo al recipiente Con tapa pero no opaco, Cocina, Patio, Protegido de la luz, expuesto al calor, Se desecha con los residuos sólidos, Se lleva a un centro de reciclaje.

Se utilizó los estándares de la norma ISO 31000 y la Guía para la administración del riesgo y el diseño de controles en entidades públicas para la elaboración de la matriz de riesgos percibidos por los usuarios de los restaurantes de Bucaramanga y su área Metropolitana, la cual dio un nivel de impacto medio con posible disminución con el diseño y aplicación de los controles necesarios.

## 7. Recomendaciones

- Con el fin de optimizar las propiedades del aceite residual para la producción de biodiesel, es necesario promover en los restaurantes la separación de residuos sólidos del aceite por medio del método de filtración, luego almacenarlo en un recipiente plástico, opaco y con tapa; estas características en los recipientes evitan acelerar la descomposición natural del aceite residual, protegiéndolo del calor, la luz directa y el contacto con el aire.
- Para freír es recomendable el uso de aceite de palma, ya que este es más resistente a la degradación por cocción, por ser rico en ácidos grasos y antioxidantes y disminuye la producción de radicales libres que son altamente perjudiciales para la salud.
- La temperatura de cocción depende directamente del tipo alimentos. Es recomendable usar la menor temperatura posible, esto garantiza una mayor seguridad que el alimento se encuentre bien cocido tanto externa como internamente y evita acelerar la degradación por cocción del aceite.
- El tiempo tanto de almacenamiento como de uso debería reducirse al máximo, pues a más tiempo es mayor la degradación ya sea natural o por cocción del aceite residual.

### Referencias

- [1] M. Rodriguez Becerra, H. Mance, X. Barrera Rey y C. Garcia Arvelález, Cambio Climatico: lo que está en juego, 2015.
- [2] J. Cavazos Arroyo, B. Pérez Armendáriz y A. Mauricio Gutiérrez, «Afectaciones y consecuencias de los derrames de hidrocarburos en suelos agrícolas de México,» *SciELO Analytics*, vol. 11, n° 4, 2014.
- [3] F. D. Ramos, M. S. Díaz y M. A. Villar, «Biocombustibles,» *Conicet*, vol. 25, n° 147, 2016.
- [4] C. A. Pineda Rodriguez y J. Guerrero Erazo, «Aprovechamiento de los residuos grasos generados en los restaurantes y comida rápida de Pereira,» *Scientia et technica*, vol. 1, n° 47, pp. 264-269, 2011.
- [5] L. M. Farfan, «Diseño de un sistema para la gestión de aceites vegetales usados en Cañete para producir Biodiesel,» Lima, Peru, 2013.
- [6] R. A. ALARCÓN RODRÍGUEZ, «Obtención de Biodiesel a partir de mezclas de aceite de cocina y aceite de palma,» Bogotá, 2014.
- [7] Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, *Resolucion 316*, 2018.
- [8] J. F. Hair, R. E. Anderson, R. L. Tatham y W. Black, *Multivariate Data Analysis*, Madrid: Pearson, 2004.
- [9] J. Aldás Manzano, *El análisis multivariable: conceptos básicos*, Valencia, España: Universidad de Valencia.

- [10] M. Salvador Figueras, «5campus.com,» *Introducción al Análisis Multivariante*, 2000. [En línea]. Available: <http://www.5campus.com/leccion/anamul>. [Último acceso: 20 11 2018].
- [11] J. Villardón, «Introducción al análisis de cluster,» Salamanca, España, 2007.
- [12] M. García Díaz, J. Gandó Hernández y Y. Maqueira Tamayo, «Estudio de la obtención de biodiesel a partir de aceite comestible usado,» *Tecnología Química*, vol. 33, n° 2, pp. 162-169, 2013.
- [13] Y. Deudor Malpazo, R. Marcos Huatuco, C. Silvipaucar Gómez, L. Olivera Macedo, N. Gamboa Alarcón y A. Valderrama Romero, «Empleo de biocombustible como fuente de energía calorífica en el Perú,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.unmsm.edu.pe/cedit/linked/empleo%20de%20biocombustibles%20en%20el%20peru.pdf>. [Último acceso: 03 11 2018].
- [14] D. Cassidy, L. Goldstein y e. al., *Developing a strategy to manage enterprise wide risk in higher education*, Nacubo, 2001.
- [15] *Norma Técnica Colombiana NTC- ISO 31000 Gestión del riesgo. Principios y directrices.*
- [16] F. Hurtado, *Dirección de Proyectos: Una Introducción con base en el marco del PMI*, USA: Palibrio, 2011.
- [17] «Glosbe,» [En línea]. Available: <https://es.glosbe.com/es/es/aceite%20residual>. [Último acceso: 25 11 2018].
- [18] «Agritotal,» [En línea]. Available: <http://www.agritotal.com/nota/que-es-el-biodiesel/>. [Último acceso: 25 11 2018].

- [19] «Search data center,» [En línea]. Available: <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Analisis-de-Datos>. [Último acceso: 25 11 2018].
- [20] «vitutor.com,» [En línea]. Available: [https://www.vitutor.com/estadistica/descriptiva/a\\_2.html](https://www.vitutor.com/estadistica/descriptiva/a_2.html). [Último acceso: 25 11 2018].
- [21] *Decreto 28*, 1974.
- [22] • *Convenio de Brasilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación*, 1989.
- [23] *Ley 253*, 1996.
- [24] *Proyecto de acuerdo 292*, 2012.
- [25] *Resolución 0316*, 2018.
- [26] J. Herrera Restrepo y J. Velez, «Caracterización y aprovechamiento del aceite residual de frituras para la obtención de un combustible (Biodiesel),» Pereira, 2008.
- [27] H. Celina Oviedo y A. Campo Arias , «Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach,» *Revista Colombiana de Psiquiatría*, vol. 34, n° 4, pp. 572-580, 2005.
- [28] T. Issariyakul, «Producción de biodiesel a partir de grasa de freidora (tesis doctoral),» 2006.
- [29] E. Choe y D. Min, «Química de los aceites de freír.,» *Diario de la ciencia de los alimentos*, vol. 72, n° 5, pp. R77-R86, 2007.
- [30] M. Kulkarni y A. Dalai, «El aceite de cocina usado es una fuente económica de biodiesel: una revisión.,» *Investigación en química industrial y de ingeniería.*, vol. 45, n° 9, pp. 2901-2913, 2016.

- [31] J. Hernández Orallo, M. Ramírez Quintana y C. Ferri Ramírez, Introducción a la minería de datos, Madrid: Person Educacion S.A., 2004.
- [32] J. Gallardo, «Métodos Jerárquicos de Análisis Clúster,» 2011. [En línea]. Available: <https://www.ugr.es/~gallardo/pdf/cluster-3.pdf>. [Último acceso: 20 01 2019].
- [33] J. Gallardo, «Métodos No Jerárquicos de Análisis Clúster.,» 2011. [En línea]. Available: <https://www.ugr.es/~gallardo/pdf/cluster-4.pdf>. [Último acceso: 20 01 2019].
- [34] «DEFINICIONABC,» 2008. [En línea]. Available: <http://www.definicionabc.com/general/caracteristicas.php>. [Último acceso: 6 Agosto 2018].
- [35] «SIGNIFICADO,» 27 05 2015. [En línea]. Available: <http://significado.net/tendencia/>. [Último acceso: 06 08 2018].
- [36] «MICROSOFT,» 2006. [En línea]. Available: <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/ms174949.aspx>. [Último acceso: 06 08 2018].
- [37] «MASADELANTE,» 2009. [En línea]. Available: <http://www.masadelante.com/faqs/base-de-datos>. [Último acceso: 06 08 2018].
- [38] J. Aldas Manzano , Análisis de cluster, Valencia: Universitat de València Dpto. de Dirección de Empresas “Juan José Renau Piqueras., 2002.
- [39] «ARL Colpatría,» [En línea]. Available: <https://www.arl-colpatria.co/PortalUIColpatria/repositorio/.../a201403111048.xls>. [Último acceso: 20 01 2019].