

MANUAL PARA EL MUESTREO, INSPECCIÓN Y ANÁLISIS DE CALIDAD DE ACEITES DE PALMA Y DE PALMISTE



Presentación

Desde hace varios meses, Acepalma, Cenipalma, SGS, Terlica y algunas plantas de beneficio de las diferentes zonas del país, han venido trabajando de manera conjunta para diseñar mecanismos de control que aseguren la calidad de los aceites de palma, palmiste y sus derivados que se reciben en puerto y que tienen como destino los mercados internacionales.

En primer lugar, se evaluaron las diferentes etapas del proceso de entrega de los aceites, desde que son despachados en planta de beneficio hasta que son recibidos en puerto.

Luego, se verificaron y homologaron los diferentes procedimientos utilizados por las extractoras y los puertos de acopio para la toma de muestras y análisis de calidad de los aceites, con el fin de asegurar que los resultados de los análisis realizados en el lugar de despacho correspondan a los análisis realizados en el lugar de recibo.

Por último, se verificaron los procedimientos de cargue, transporte y descargue de los aceites para verificar que se tuvieran las debidas precauciones y medidas de seguridad para disminuir los riesgos de contaminación y/o saqueo del producto antes de llegar a puerto.

Como resultado de este trabajo, se elaboró el presente manual, donde encontrará las técnicas y métodos estandarizados para la toma de muestras en carrotanques, la determinación de ácidos grasos libres y humedad en aceites de palma y de palmiste, así como algunas recomendaciones para el transporte.

Acepalma, Cenipalma y SGS agradecen la colaboración de Terlica y las plantas de beneficio que participaron en el desarrollo de este trabajo.

Tabla de Contenido

- Presentación
- Algunas definiciones
- Muestreo de carrotanques: objetivo, importancia y procedimiento
- Método estandarizado para la determinación de ácidos grasos libres en aceites de palma y de palmiste
- Método estandarizado para la determinación de humedad en aceites de palma y de palmiste
- Inspección de carrotanques para el transporte de aceite de palma, palmiste y sus derivados
- Productos prohibidos por FOSFA como últimas cargas en carrotanques
- Referencias bibliográficas

Algunas definiciones

- **ÁCIDOS GRASOS LIBRES EN EL ACEITE DE PALMA:** Ácidos Grasos Libres (A.G.L.), del aceite obtenido en el proceso de despacho, medidos como porcentaje (%) de ácido palmítico en la muestra.
- **ÁCIDOS GRASO LIBRES DEL ACEITE DE PALMISTE:** Los ácidos grasos libres del aceite de palmiste son medidos como porcentaje (%) de ácido láurico en la muestra.
- **AOCS (American Oil Chemists' Society):** Esta entidad se dedica al desarrollo de normas para el mejoramiento de la calidad de grasas y aceites a través del análisis científico y tecnológico a nivel mundial.
- **ICONTEC:** El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC, es el organismo nacional de normalización, acreditado ante la Superintendencia de Industria y Comercio como organismo de certificación de productos industriales y sistemas de calidad.
- **INCREMENTOS:** Es el número de sub-muestras que conforman una muestra. El número de incrementos a ser recolectados depende de la heterogeneidad del material y el grado de precisión requerido en el resultado final. Dependiendo de la variedad y del tamaño o calidad de los productos, se requerirá un mayor o menor número de incrementos. Esto, para asegurarse que todas las características de calidad se encuentran en la muestra final.
- **IMPUREZAS DEL ACEITE:** Se consideran impurezas del aceite la arena, las fibras, otros sólidos y elementos extraños, contenidos en el aceite.
- **MUESTRA:** Es una pequeña parte tomada de una cantidad de producto, el cual indica y/o informa la calidad total de una parcela y/o un lote.
- **MUESTREO:** Es la acción de tomar y seleccionar una muestra a través de un método de una parcela o un lote identificado.

Muestreo de carrotanques

Objetivo e importancia del muestreo

El objetivo del muestreo y de la preparación de las muestras es obtener de un cargamento una cantidad manejable de producto cuyas propiedades correspondan a las del cargamento muestreado.

Su importancia radica en que la muestra tomada debe representar de la manera más exacta posible el cargamento total, de tal manera que las características de la muestra tomada de un mismo cargamento en el lugar de despacho, coincidan con las características de la muestra tomada en el lugar de destino.

De esta manera, a continuación se describe la técnica utilizada para el muestreo de los carrotanques y se presentan algunas recomendaciones a tener en cuenta para obtener mejores resultados:



Muestreo de carrotanques

Antes de realizar el muestreo

1. Se debe verificar que los instrumentos a utilizar y los envases en que se van a empacar las muestras estén completamente limpios y secos.
2. El muestreo debe realizarse cuando el carrotanque esté completamente cargado.
3. Se debe tomar una muestra de fondo de cada compartimiento para detectar la presencia de agua libre y, en caso de que haya agua, realizar el drenaje o purga respectivos. Para esto, se recomienda el uso de un muestreador de fondo.
4. Realizar un examen visual de la condición física de la muestra para detectar la presencia de lodos, sedimentos, color, olor y apariencia extraños. Se recomienda drenar o purgar periódicamente los tanques de almacenamiento para evitar que las aguas y lodos que se depositan en el fondo del tanque se mezclen con el aceite que se va a cargar.

Muestreo de carrotanques

Procedimiento para tomar la muestra

1. Si no se detecta presencia de agua, se prepara una muestra compuesta con tres incrementos: fondo (9/10 de la superficie), medio (5/10 de la superficie) y superficie (1/10 de la superficie) de cada compartimiento, para realizar los respectivos análisis de acidez y humedad.
2. Se divide la muestra preparada hasta obtener mínimo 3 muestras de laboratorio, cada una de ellas de 250 g. Una de ellas para ser enviada al cliente, otra para entregar al conductor y una última muestra para ser conservada por la planta de beneficio.



Una vez tomadas y analizadas las muestras

1. Los detalles del muestreo deben registrarse y fijarse en cada envase, en etiquetas que contienen las características de la muestra.

La etiqueta llevará la información necesaria para la identificación de la muestra (identificación del producto, remisión, placa del vehículo que la transporta, lote o número del tanque, proveedor, cantidad de lote, fecha de muestreo, lugar y punto de muestreo).
2. Los envases que contienen las muestras deben permanecer cerrados y sellados.
3. Las muestras deben conservarse en ambientes protegidos de la luz y el calor.

Muestreo de carrotanques

Instrumentos de muestreo

Otro factor importante a tener en cuenta para garantizar una mayor precisión en la técnica de muestreo, es el instrumento utilizado para tomar la muestra y, aunque existen diversas clases, se deben tener en cuenta unas características básicas comunes, las cuales se describen a continuación:

1. Deben ser resistentes y capaces de tomar una muestra representativa del producto.
2. Deben tener la capacidad de tomar muestras a diferentes niveles y áreas del producto.
3. Deben tener la capacidad de preservar la integridad de la muestra.
4. Su tamaño debe ser práctico en materia de manipulación.
5. Deben estar hechos de materiales químicamente inertes a la grasa que esta siendo muestreada y no deben catalizar ningún tipo de reacción química.



Muestreo de carrotanques

Instrumentos de muestreo

6. El material más adecuado es el acero inoxidable.
7. El aluminio puede ser utilizado pero solo cuando la acidez es baja.
8. El cobre, el bronce y sus aleaciones no deben ser utilizados.
9. Los muestreadores de plástico pueden utilizarse, sin embargo, no se recomiendan cuando la temperatura del aceite supera los 50°C .
10. Si es usado un muestreador de vidrio debe tenerse cuidado con su manejo, dada su fragilidad. Bajo determinadas circunstancias no es permitido su uso.
11. La confiabilidad de los resultados depende del buen mantenimiento preventivo de los equipos, cuidado, calibración y pruebas de reproducibilidad con los métodos oficiales.



Método estandarizado para la determinación de Ácidos Grasos Libres

Generalidades

Este método se basa en los procedimientos establecidos por la *American Oil Chemists' Society, AOCS*, referidos en las normas técnicas colombianas editadas por el *Instituto Colombiano de Normas Técnicas, ICONTEC*, y descrito por Cenipalma en su *Manual de Laboratorio*, siendo el procedimiento de referencia para las plantas de beneficio a nivel nacional.

El valor de la acidez expresa el peso en mg de hidróxido de sodio requerido para neutralizar un gramo de material graso. El porcentaje de AGL es expresado convencionalmente de acuerdo con el aceite, así:

ACEITE	EXPRESADO COMO	PESO MOLECULAR
Aceite de palmiste	Ácido Láurico	200 g/mol
Aceite de palma	Ácido palmítico	256 g/mol

De esta manera, el contenido de AGL en el aceite de palma es el porcentaje de ácido palmítico de la muestra y en el aceite de palmiste es el porcentaje de ácido láurico.

El principio de la determinación consiste en que una masa conocida de aceite es disuelta en etanol neutralizado y los AGL, son neutralizados con álcali estandarizado.

Método estandarizado para la determinación de Ácidos Grasos Libres

Procedimiento Analítico

1. La muestra debe estar bien mezclada y totalmente líquida antes de ser pesada.
2. Tomar un *erlenmeyer* de 250 ml limpio y seco en la balanza analítica.
3. Colocar en el *erlenmeyer* de 5 a 6 gramos de aceite.
4. Medir en una probeta de 50 ml de etanol al 95% volumen previamente neutralizado y agregarlos al aceite pesado.
5. Calentar a 40 - 50 °C. usando una plancha de calentamiento, la cual debe estar separada con una malla de asbesto o en el vidrio de CERAN del frasco que contiene el hidróxido de sodio, para asegurar que de esta forma no hallan aumentos significativos de temperatura en la solución estándar.
6. Cuando aparezcan las primeras gotas de ebullición de la solución, agregar cinco gotas de fenolftaleína al 1% e introducir un agitador magnético en el *erlenmeyer*.
7. Detener el calentamiento, agitar suavemente y titular gota a gota con hidróxido de sodio 0.1N estandarizado, hasta lograr un ligero pero definido cambio de color en el indicador. Este color debe permanecer por 30 segundos.
8. Registrar el volumen de hidróxido de sodio o potasio consumido durante la titulación.

Método estandarizado para la determinación de Ácidos Grasos Libres

Cálculos

La acidez o ácidos grasos libre (AGL) en el aceite de palma, es calculada como ácido palmítico de la fórmula:

$$\% \text{ A.G.L.} = \frac{25.6 \times V \times N}{W}$$

Donde:

V = Volumen de solución de álcali usado en mililitros.

N = Normalidad de la solución de hidróxido de sodio o potasio.

W = Peso del aceite en g.

El resultado se debe expresar con dos decimales.

Ejemplo:

V = 6.10 ml

N = 0.10

W = 5.1312 g

$$\% \text{ A.G.L.} = \frac{25.6 \times 6.10 \times 0.10}{5.1392} = 3.04\%$$

Método estandarizado para la determinación de Ácidos Grasos Libres

Repetibilidad

La diferencia entre los resultados de dos determinaciones de la misma muestra llevada a cabo en sucesión rápida por un mismo analista, no debe exceder 0.02% de acidez para contenidos de AGL entre 1.5 y 5% y de 0.004% de acidez para contenidos de AGL menores de 1%.

Ejemplo:

Acidez calculada = 3.04%

Acidez permitida = 3.02% - 3.06%

Sin embargo, durante el transporte existen un sinnúmero de variables que pueden alterar los resultados, dentro de los cuales se destacan el tiempo, la temperatura y la humedad.



Método estandarizado para la determinación de Ácidos Grasos Libres

Recomendaciones

Las siguientes medidas se deben adoptar para obtener una buena precisión en la determinación de la acidez:

- La cantidad de alcohol y el tipo de agitador utilizados en la titulación no tienen incidencia en los resultados siempre y cuando la agitación sea suave y el alcohol sea grado reactivo analítico neutralizado.
- El peso de la muestra debe ser 5 g para obtener una mayor homogenización de la mezcla aceite-etanol y mayor solubilidad de los AGL.
- La cantidad adecuada de Etanol por peso de muestra debe ser 50 ml (95%), para obtener un menor riesgo de acidez alta en el etanol utilizado.
- Los alcoholes superiores tal como el isopropanol disuelven el aceite completamente y esto conlleva un gran riesgo de saponificación, especialmente a altas temperaturas y con agitación vigorosa. Por esto, son importantes las condiciones de titulación con cualquier solvente usado.
- Se considera suficiente un calentamiento moderado de la mezcla muestra-solvente durante la titulación a 50°C. De esta manera se evitan reacciones irreversibles como saponificación, hidrólisis y se evita la evaporación del solvente (Etanol).
- Agitación suave para evitar que entre bióxido de carbono a la mezcla. El uso de *erlenmeyer* de 250 ml también minimiza la introducción de CO₂. La agitación magnética mejora la homogenización de la mezcla aceite-etanol y evita la inclusión de CO₂.
- Es necesario titular rápidamente para evitar un calentamiento prolongado, lo que puede resultar en una saponificación.

Método estandarizado para la determinación de Humedad

Generalidades

- Este método determina la humedad y materiales volátiles bajo las condiciones de la prueba.
- El reactivo de Kart Fisher determina el contenido de humedad en aceites. Este reacciona cuantitativamente con el agua y se usa solamente para la determinación de pequeñas cantidades de esta. Por su alta reactividad con la humedad atmosférica, este no puede ser usado en salones sin acondicionamiento de aire.
- Es importante que la cápsula se enfríe completamente hasta la temperatura de la balanza, ya que una pequeña desviación de esta temperatura puede afectar la precisión y exactitud de la pesada. Los platos de vidrio toman un tiempo apreciable en enfriarse, especialmente si se coloca un gran número de ellos en el desecador al mismo tiempo. Se requiere aproximadamente una hora para un desecador lleno.
- La operación del horno de calentamiento debe ser revisada periódicamente. Esto se hace usando un termómetro colocado en una cápsula llena con la misma cantidad de aceite y ubicado al mismo nivel en el horno mientras la prueba está siendo ejecutada.
- La puerta del horno debe permanecer cerrada durante la totalidad de la prueba. Una vez el horno ha alcanzado la temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$ no debe operarse la ventilación del mismo. El horno no debe ser usado para otros propósitos durante una prueba.
- Es conveniente, al transferir los platos a mano, usar guantes de algodón limpios para protección. En todo caso se recomienda utilizar pinzas metálicas para crisol.

Método estandarizado para la determinación de Humedad

Procedimiento Analítico

1. La determinación de la humedad y material volátil debe ser el primer ensayo que se realiza a la muestra.
2. La muestra se debe ablandar con un calentamiento suave a $55 \pm 5^\circ\text{C}$, no dejando derretir completamente y se debe homogeneizar antes de tomar la porción para el ensayo.
3. Seque un cápsula de porcelana limpia en el horno a $103 \pm 2^\circ\text{C}$, durante aproximadamente 15 minutos.
4. Transcurrido este tiempo saque la cápsula del horno con ayuda de las pinzas y déjela enfriar en el desecador durante 30 - 45 minutos.
5. Pese la cápsula con aproximación al miligramo (0.1 mg). Registre este valor en el formato respectivo.



Método estandarizado para la determinación de Humedad

Procedimiento Analítico

6. Agregue aproximadamente 10 g de aceite a la cápsula con la mayor exactitud posible, registre este valor en el formato respectivo.
7. Introduzca la cápsula con la muestra en el horno a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ por dos horas y media aproximadamente.
8. Saque la cápsula y déjela enfriar en el desecador, aproximadamente 30 - 45 minutos.
9. Transcurrido este tiempo vuelva a pesar con aproximación al miligramo y registre el valor en el formato respectivo.
10. Realice los cálculos de humedad y material volátil. Si este valor excede de 0.3% continúe el secado, introduzca nuevamente la cápsula al horno de calentamiento por intervalos de 30 minutos a $103 \pm 2^\circ\text{C}$, con enfriamiento en el desecador de silica gel hasta alcanzar peso constante. En todo caso, la diferencia entre dos pesos sucesivos no debe exceder 0.002 g.

Método estandarizado para la determinación de Humedad

Cálculos

La humedad y el material volátil se expresa como porcentaje en peso usando la fórmula:

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{W_b - W_d}{W_b - W}$$

Donde:

W = Peso de la cápsula

W_b = Peso de la cápsula con aceite

W_d = Peso de la cápsula más aceite después del secado

Los resultados se expresan con dos decimales.

Repetibilidad

La diferencia entre los resultados de dos determinaciones hechas simultáneamente o en rápida sucesión por el mismo analista no debe exceder de 0.003% para un contenido de humedad y materia volátil entre 0.04 y 0.30%.

Inspección de carrotanques para el transporte de aceite

Importancia de la inspección de carrotanques para el transporte de aceite de palma, palmiste y sus derivados

El transporte a granel juega un papel fundamental en la calidad final del aceite de palma, palmiste y sus derivados, ya que por su naturaleza y por la forma misma de ser transportados, son productos muy susceptibles de contaminarse y/o adulterarse. De esta manera, todos los esfuerzos realizados durante los procesos productivos para obtener el aceite de mejor calidad, se pueden ver amenazados si no se toman las medidas necesarias desde el momento en que se carga el aceite hasta que llega al lugar de destino.

Es por esto que se deben adoptar estrictas medidas de control para garantizar que los aceites conserven sus características físico-químicas intactas durante el transporte.



Inspección de carrotanques para el transporte de aceite

Condiciones generales del carrotanque

1. Los compartimientos del carrotanque no deben impartir olor, color ni sabor al producto.
2. Las tapas de acceso a los compartimientos en la parte superior deben sellar herméticamente.
3. Las bisagras de las tapas de acceso deben ser seguras y no deben ser fáciles de remover. Se recomienda que estas bisagras sean soldadas para evitar adulteraciones.
4. Las argollas para la colocación de sellos de seguridad en las tapas de acceso deben estar en buen estado.
5. El material de las válvulas del carrotanque no debe ser cobre, bronce o sus aleaciones.
6. Las últimas tres cargas transportadas en el carrotanque no pueden encontrarse dentro de la lista de productos prohibidos por *The Federation of Oils, Seeds & Fats Association, FOSFA*, (ver anexo). Dentro de esta lista, se encuentran principalmente los productos derivados del petróleo, productos que contengan plomo, solventes, aminas, bases poliméricas y sus aditivos, plastificantes, ácidos grasos, alcoholes grasos, ésteres de ácidos grasos, ácidos orgánicos e inorgánicos, glicoles y aceites minerales.

Inspección de carrotanques para el transporte de aceite

Antes del cargue

1. Verificar que las últimas tres cargas transportadas en el carrotanque no estén dentro de la lista de productos prohibidos por *FOSFA*.
2. Verificar que los compartimientos del vehículo estén completamente limpios, secos y libres de gases, olores u objetos extraños.
3. Verificar la limpieza de la parte superior del tanque.
4. Verificar que no haya presencia de remanentes de productos de cargues anteriores.
5. Inclinar ligeramente el carrotanque y abrir las válvulas para verificar que no haya presencia de agua u otros productos cargados anteriormente dentro de los tanques o tuberías del carrotanque.
6. Realizar pruebas de presencia de agua al interior del camión y drenar si es necesario.
7. Verificar la limpieza de las tuberías, mangueras y bombas utilizadas para el cargue.
8. Informar e instruir al conductor sobre el producto que está transportando y los peligros que se corren si se altera su calidad. Es imperativo que el conductor sea consciente de la responsabilidad que asume al transportar productos, que como el aceite de palma y de palmiste, son en buena parte para el consumo humano. Para esto, el conductor debe firmar un documento donde se responsabilice por los daños y perjuicios que genere por la adulteración del producto.
9. La temperatura del aceite al momento del cargue debe oscilar entre 50 y 55 °C.

Inspección de carrotanques para el transporte de aceite

Durante el cargue

1. Realizar un pequeño drenaje por la válvula de salida del carrotanque, para constatar la no presencia de agua u otro material extraño en la línea de descargue.
2. Verificar que no se presenten escapes o derrames del producto.

Después del cargue

1. Verificar que todas las posibles salidas de producto estén aseguradas y correctamente selladas, tales como válvulas, tapas superiores, etc.
2. Verificar la correcta colocación de los sellos en las tapas y válvulas de los carrotanques.
3. Entregar al conductor la remisión de despacho, que contenga como mínimo la siguiente información:
 - Número de remisión
 - Destinatario
 - Extractora que despacha
 - Extractora que entrega
 - Producto
 - Información del vehículo: placas y empresa transportadora
 - Información del conductor: nombre y cédula de ciudadanía
 - Peso bruto y tara del vehículo
 - Peso neto despachado
 - Calidad remitida: AGL, Humedad e Impurezas

Inspección de carrotanques para el transporte de aceite

Después del cargue

4. Hacer seguimiento al vehículo y al producto despachado: solicitar a la empresa transportadora información permanente de la ubicación del vehículo, verificando que la información suministrada en tiempos y trayectos corresponda a los empleados frecuentemente.
5. Comparar las cantidades y calidades despachadas vs. las cantidades y calidades recibidas en el lugar de destino.

Productos prohibidos por FOSFA para las últimas tres cargas

- Acetone cyanohydrin (ACH; alpha-hydroxyisobutyronitrile; 2-methylactonitrile)
- Acrylic acid (acroleic acid; propenoic acid)
- Acrylonitrile (ACN; 2-propenenitrile; vinyl cyanide)
- Adiponitrile (1,4-dicyanobutane)
- Aniline (phenylamine; aminobenzene)
- n-Butylacrylate
- tert-Butylacrylate
- Carbon tetrachloride (CTC; tetrachloromethane; perchloromethane)
- Cardura E (tradename for a glycidyl esters of versatic 911 acid)
- Cashew nut shell oil (CNSL; cashew nut shell liquid)
- Dibutylamine
- Diethanolamine (DEA; di(2-hydroxyethyl)-amine)
- Diethylenetriamine
- Di-isopropylamine
- Dipropylamine
- m-Divinylbenzene (DVB; vinylstyrene)
- Epichlorohydrin (EPI; Chloropropylene oxide)
- Epoxy resins (uncured)
- Ethyl acrylate
- *Ethylene dichloride (EDC; 1,2-dichloroethane)
- 2-Ethylhexyl acrylate
- Ethanolamine (MEA; monoethanolamine; colamine; 2-aminoethanol; 2-hydroxyethylamine)
- Ethylenediamine (1,2-diaminoethane)
- Furfuryl alcohol (furyl carbinol)
- Glutaraldehyde
- Hexamethylenediamine (1,6-diaminohexane; 1,6-hexanediamine)
- Isocyanates
- These include:
 - Toluene di-isocyanate (TDI)
 - Polyphenyl polymethylene isocyanate (PAPI)
 - Di-phenyl methane di-isocyanate (MDI)
 - Methyl isocyanate
- Lube oil additives
- Methyl acrylate

Productos prohibidos por FOSFA para las últimas tres cargas

- Methyl methacrylate monomer
- Methyl styrene monomer (vinyl toluene)
- alpha-Methyl styrene monomer (AMS)
- para-Methyl styrene monomer (PMS)
- Morpholine (tetrahydro-1,4-oxazine)
- Morpholine ethanol (n-hydroxyethylmorpholine)
- Nitric acid (aqua fortis; engravers acid; azotic acid)
- Perchloroethylene (PCE; perc; tetrachloroethylene)
- Phthalates
- These include:
 - Di-allyl phthalate (DAP)D
 - i-iso decyl phthalate (DIDP)
 - Di-iso nonyl phthalate (DINP)
 - Di-iso octyl phthalate (DIOP)
 - Di-octyl phthalate (DOP)
- n-Propylamine
- Propylene oxide (Methyl oxirane; 1,2-epoxypropane)
- Pyridine
- type III
- Transformer oils of PCB type
- **Styrene monomer (vinylbenzene; phenylethylene; cinnamene)
- Tall oil (tallol; liquid rosin)
- Tall oil fatty acid equivalent to ASTM
- Vinyl acetate monomer (VAM)
- Vinyl chloride monomer (VC; chloroethane; chloroethylene)
- **Restrictions beyond the Immediate Previous Cargo**
- Leaded products shall not be carried as the three previous cargoes.
- * Ethylene Dichloride shall not be carried as the two previous cargoes in organic coated
- tanks, or as the last cargo in stainless steel and inorganic coated tanks.
- ** Styrene Monomer shall not be carried as the three previous cargoes in organic coated
- tanks, or as the last cargo in stainless steel and inorganic coated tanks.

Referencias Bibliográficas

- AOCS, Recommended Practices Ca 2f-93, Determination of Moisture and Volatile Matter in Fats and Oils Modified Method. 1993.
- AOCS, Oficial Method Ca 3a-46, Insoluble Impurities. 1993.
- CENIPALMA, Manual de Laboratorio Plantas de Beneficio Primario para Fruto de Palma de Aceite. 1999.
- ICONTEC, Norma Técnica Colombiana NTC 218 Grasas y Aceites y Animales. Determinación del Índice de Acidez y de la Acidez. 1999.
- ICONTEC, Norma Técnica Colombiana NTC 287 Grasas y Aceites y Animales. Determinación del Contenido de Humedad y Materia Volátil. 1998.
- ICONTEC, Norma Técnica Colombiana NTC 218 Grasas y Aceites y Animales. Muestreo. 1996.
- ISO 5555:1991(E), Internacional Standard ISO 5555, Animal and Vegetable and Oils , Second Edition 1991.