

INFORME DE PASANTIA REALIZADA EN EL
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE ALIMENTOS DEL
SENA REGIONAL QUINDÍO



PRESENTADO POR:
DIANA MARCELA VALENCIA ARIAS

UNIVERSIDAD
DEL QUINDÍO

ASESOR TEMÁTICO:
MARCO AURELIO RIVERA OLARTE

UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS Y TECNOLOGÍAS
PROGRAMA DE QUÍMICA
ARMENIA QUINDÍO
2005

DIANA MARCELA VALENCIA ARIAS



INFORME DE PASANTIA REALIZADA EN EL LABORATORIO DE
CONTROL DE CALIDAD DE ALIMENTOS SENA REGIONAL
QUINDÍO

PRESENTADO POR:
DIANA MARCELA VALENCIA ARIAS
COD:30424

TRABAJO REALIZADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE QUÍMICA

UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS Y TECNOLOGÍAS
PROGRAMA DE QUÍMICA
ARMENIA QUINDÍO
2005

DIANA MARCELA VALENCIA ARIAS



ACEPTACIÓN

JURADO

JURADO

JURADO

DIANA MARCELA VALENCIA ARIAS



Dedicatoria...

A MI MADRE
A MI HIJA
Y A MI ABUELA



AGRADECIMIENTOS

Primero que todo quiero darle mi agradecimiento al Servicio nacional de aprendizaje **SENA**, entidad publica que me proporciono la posibilidad de realizar mi practica empresarial, al LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE ALIMENTOS que me abrió sus puertas y me permitió desempeñarme en un ambiente de trabajo agradable donde pude adquirir experiencia y gran conocimiento lo cual es fundamental para mi futuro profesional, al Químico MARCO AURELIO RIVERA OLARTE y a la Bacterióloga DIANA ROBLEDO MARTINEZ, por sus enseñanzas y por depositar en mi su confianza. A mi madre quien con sus grandes esfuerzos logró que yo llegara donde me encuentro.



TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| INTRODUCCION | 7 |
| 1. OBJETIVOS | 9 |
| 1.1 Objetivos General | 9 |
| 1.2 Objetivos Específicos | 9 |
| 2. MARCO TEORICO | 11 |
| 2.1 Análisis Físicoquímico de alimentos | 11 |
| 2.2 Abonos Orgánicos | 14 |
| 3. ASPECTOS METODOLOGICOS | 17 |
| 3.1 Metodología1, Análisis de rutina | 17 |
| 3.1.1 Humedad..... | 19 |
| 3.1.1.1 Consideraciones Generales..... | 19 |
| 3.1.1.2 Materiales y Equipos..... | 19 |



| | | |
|----------------|--------------------------------------|----|
| 3.1.1.3 | Procedimiento | 20 |
| 3.1.1.4 | Expresión de Resultados..... | 20 |
| 3.1.2 | pH | 21 |
| 3.1.2.1 | Consideraciones Generales..... | 21 |
| 3.1.2.2 | Materiales y Equipos | 22 |
| 3.1.2.3 | Procedimiento | 22 |
| 3.1.3 | Grasa | 24 |
| 3.1.3.1 | Consideraciones Generales | 24 |
| 3.1.3.2 | Equipos y Reactivos..... | 25 |
| 3.1.3.3 | Manejo de la muestra..... | 27 |
| 3.1.3.4 | Procedimiento | 28 |
| 3.1.3.5 | Expresión de Resultados..... | 31 |
| 3.1.4 | Cenizas | 32 |
| 3.1.4.1 | Consideraciones Generales..... | 32 |
| 3.1.4.2 | Equipos y materiales..... | 33 |
| 3.1.4.3 | Procedimiento | 33 |
| 3.1.4.4 | Expresión de resultados..... | 34 |
| 3.1.5 | Fibra | 35 |
| 3.1.5.1 | Consideraciones Generales..... | 35 |
| 3.1.5.2 | Equipos, materiales y reactivos..... | 35 |



| | | |
|----------------|--|----|
| 3.1.5.3 | Procedimiento | 36 |
| 3.1.5.4 | Expresión de resultados..... | 39 |
| 3.1.6 | Proteína | 40 |
| 3.1.6.1 | Consideraciones Generales..... | 40 |
| 3.1.6.2 | Reactivos | 41 |
| 3.1.6.3 | Equipos | 43 |
| 3.1.6.4 | Manejo de la muestra | 45 |
| 3.1.6.5 | Procedimiento | 46 |
| 3.1.6.6 | Expresión de resultados | 48 |
| 3.1.7 | Determinación del porcentaje de sólidos solubles (°Brix).... | 49 |
| 3.1.7.1 | Consideraciones Generales..... | 49 |
| 3.1.7.2 | Equipos | 50 |
| 3.1.7.3 | Procedimiento | 51 |
| 3.1.8 | Determinación de la acidez valorable en Alimentos | 52 |
| 3.1.8.1 | Consideraciones Generales | 52 |
| 3.1.8.2 | Materiales, Equipos y Reactivos | 53 |
| 3.1.8.3 | Procedimiento | 54 |
| 3.1.8.4 | Expresión de resultados..... | 56 |
| 3.1.9 | Determinación de la actividad del agua en alimentos (aw) | 57 |
| 3.1.9.1 | Consideraciones Generales | 57 |



DIANA MARCELA VALENCIA ARIAS

| | |
|---|----|
| 3.1.9.2 Materiales y Reactivos | 58 |
| 3.1.9.3 Preparación de la muestra | 58 |
| 3.1.9.4 Procedimiento | 59 |
| 3.2 Metodología ² , Abono Orgánico..... | 60 |
| 3.2.1 Toma de muestra | 60 |
| 3.2.2 Preparación de la muestra..... | 61 |
| 3.2.3 Determinaciones físico-químicas..... | 61 |
| 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS | 63 |
| 4.1 Análisis de rutina | 63 |
| 4.2 Abono orgánico a base de gallinaza | 71 |
| 5. CONCLUSIONES | 76 |
| 6. RECOMENDACIONES | 78 |
| 7. BIBLIOGRAFÍA | 80 |



INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| TABLA I. Resultados del análisis de Humedad | 63 |
| TABLA II. Resultados del análisis de grasa | 65 |
| TABLA III. Resultados del análisis de cenizas | 66 |
| TABLA IV. Resultados del análisis de fibra | 68 |
| TABLA V. Resultados del análisis de proteína | 69 |
| TABLA VI. Resultados de los análisis de acidez valorable, porcentaje de sólidos solubles y pH | 70 |
| TABLA VII. Resultados obtenidos en la determinación de Nitrógeno | 71 |
| TABLA VIII. Resultados obtenidos en la determinación de pH | 72 |
| TABLA IX. Resultado Obtenido de la determinación del contenido de agua en el abono | 73 |
| TABLA X. Resultado de la determinación Aw, en el abono orgánico | 74 |
| TABLA XI. Resultados obtenidos en la determinación de cenizas | 74 |



LISTA DE FOTOS

| | |
|--|----|
| FOTO I. Balanza para Humedad Precisa..... | 19 |
| FOTO II. Sistema de extracción BUCHI | 26 |
| FOTO III. Unidad de Hidrólisis BUCHI | 27 |
| FOTO IV. Digestor kjeldahl | 43 |
| FOTO V. Destilador kjeldahl..... | 44 |
| FOTO VI. Refractómetro digital..... | 50 |
| FOTO VII. Thermoconstanter novasina TH 200..... | 58 |



INTRODUCCIÓN

El servicio nacional de aprendizaje SENA esta encargado de la formación profesional integral de todos los colombianos, en coordinación con los empresarios, encaminados a maximizar los proyectos de calidad y producción.

La formación Profesional impartida amplía cada día más su campo de acción al coordinar, por ejemplo, con el Ministerio de Educación, las pasantías de los alumnos de educación media para la experimentación de prácticas de trabajos reales, o desarrollar la gestión empresarial mediante redes tecnológicas de identificación de problemas y soluciones, o mediante la aplicación de consultorías especializadas.

El SENA, en coordinación con los empresarios, responde a las necesidades específicas de las organizaciones, fortalece las estructuras empresariales de los productores y estimula la realización de alianzas estratégicas.

El SENA, como entidad prestadora de servicio quiere responder a las necesidades específicas de las pequeñas y medianas empresas.

Esta fue la principal razón por la cual se creó **EI LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE ALIMENTOS**, del SENA agroindustrial regional Quindío, con el fin de incorporar a los agricultores y agroindustriales del Departamento en el desarrollo de sus actividades productivas.



DIANA MARCELA VALENCIA ARIAS

Ya que es fundamental disponer de un laboratorio de control de calidad de alimentos que arroje datos confiables, que le permitan a los empresarios tomar mejores decisiones relacionadas con la calidad de los productos y facilitar los procesos comerciales que dinamicen el desarrollo de la región.

El laboratorio de control de calidad de alimentos del SENA, es una entidad que presta sus servicios en el control de calidad de los alimentos en los diferentes niveles de adecuación mediante los análisis requeridos y necesarios para cada uno de ellos (carnes, lácteos, vegetales, etc).

El laboratorio trabaja en procura del cumplimiento y mejora continua del decreto 3075 de 1997 y la resolución 16078 de 1985, bajo el aval de la seccional de salud del Quindío, buscando con gran trabajo el permiso del **INVIMA** para entrar a formar parte de la red del laboratorios, acreditando también bajo la **NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 17025**, las pruebas de determinación de Grasas, Determinación de proteínas y Grados Brix.

La pasantía empresarial que se llevó a cabo en las instalaciones del **LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE ALIMENTOS** se fundamenta en aplicar de forma práctica las diferentes clases de análisis fisicoquímicos que se realizan a los productos alimenticios, desarrollando en el laboratorio los análisis a productos del sector agroalimentario del departamento, los cuales permitieron verificar cuando el producto se encontraba dentro de la especificaciones citadas en el **MANUAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE BIENESTAR FAMILIAR**.

Además se realizó el análisis de un abono orgánico para ofrecer este servicio a los empresarios de este sector, colaborando en la calificación de su producto.

Asimismo se participó en la elaboración de fichas técnicas, calibración de material de laboratorio, modificación de registros, manejo de



documentación y auditorías internas. Como apoyo al proceso que está llevando el laboratorio para la certificación bajo la norma NTC- ISO 17025 que rige laboratorios y pruebas de ensayo.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

✿ Ejecutar en el laboratorio de CONTROL DE CALIDAD DE ALIMENTOS, del SENA agroindustrial, Regional Quindío, análisis fisicoquímicos de alimentos además de un abono orgánico a base de gallinaza, basados en los diferentes protocolos seguidos por el laboratorio.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

✿ Determinar qué clase de análisis se le efectúan a las muestras de alimentos evaluadas por el laboratorio.

✿ Describir las clases de análisis fisicoquímicos que se realizan a los productos alimenticios en el Laboratorio del SENA.

✿ Llevar a cabo los protocolos establecidos por el laboratorio de alimentos del SENA. En el análisis fisicoquímico.



DIANA MARCELA VALENCIA ARIAS

- ✿ Verificar, según los resultados obtenidos cuando el producto cumple con ciertas especificaciones determinadas por el manual del instituto de bienestar familiar o según su NTC respectiva.

- ✿ Desarrollar en el laboratorio análisis fisicoquímicos de un abono orgánico a base de gallinaza, con el fin de conocer su valor nutricional y así determinar si sus parámetros se encuentran dentro de la normas (NTC 2235) y (NTC 5167), para productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes.



2. MARCO TEORICO

2.1 Análisis fisicoquímicos de alimentos

En los primeros tiempos el analista de alimentos se preocupaba principalmente de la adulteración gruesa. Ahora hay una tendencia creciente para examinar los alimentos desde un punto de vista más positivo. Los alimentos procesados son producidos dentro de límites de los estándares prescritos por los fabricantes, establecidos también para cumplir con requisitos legales y con otros reconocidos como convenientes. Esto se logra mediante la estandarización del proceso, tanto como sea posible en cada una de las siguientes etapas: en la granja, la materia prima, el proceso mismo y finalmente el producto elaborado y su almacenamiento. Esto ha necesitado el desarrollo de técnicas adecuadas para el análisis y control rápidos, que pretenden reemplazar métodos subjetivos para evaluar cualidades organolépticas mediante procedimientos más objetivos. El conocimiento de los mínimos constituyentes de los alimentos ha mejorado mucho, particularmente por la aplicación de técnicas más modernas de separación, identificación y medición.

En muchos laboratorios de análisis alimentario, la mayor parte del trabajo de rutina se refiere a métodos de análisis y al estudio de aditivos y contaminantes. Los principales componentes de interés son humedad, grasa, proteínas, cenizas, fibra y carbohidratos, aprovechables y no aprovechables. En la práctica los métodos usados pueden variar, de acuerdo al alimento que se examina:



pueden también ser empíricos. Así, las proteínas pueden calcularse a partir del nitrógeno total determinado por el método de Kjeldahl, usando un factor arbitrario, el cual, debido a las proporciones diferentes de los aminoácidos presentes, varía de acuerdo al alimento del que se trata. "Fibra" y "cenizas" son términos analíticos. Ninguno representa un componente preciso o grupo de componentes del alimento original, pero si el mismo procedimiento estándar se aplica en cada ocasión al mismo alimento, los resultados proporcionan una adecuada base de interpretación.

<http://www.ilustrados.com/pyblicaciones/EpyuVufAyzvydpbefh.php>

Cada uno de los análisis realizados a los alimentos son de suma importancia ya que cada uno de ellos son tomados en cuenta para establecer la calidad de los mismos. Por esta razón, deben mantenerse dentro de los límites establecidos. Por ejemplo:

La Humedad en una materia prima o producto elaborado, es un factor importante. Ya que un contenido elevado de esta en una materia prima, tal como la harina, da lugar a la formación de grumos y a la aparición de mohos, pudiendo también fermentarse al ser almacenado en un lugar de ambiente caluroso. Por otro lado, una cantidad demasiado pequeña de la humedad, es perjudicial para la calidad del producto o materia prima, ya que se deshidratan, secan y pierden valor comercial.

<http://www.ilustrados.com/pyblicaciones/EpyuVufAyzvydpbefh.php>

Otro de suma importancia es el análisis de proteínas, ya que estas y su necesidad entre todos los compuestos químicos deben considerarse ciertamente como básicas, puesto que son las sustancias de la vida; las proteínas son componentes intrínsecos de la mayoría de alimentos y también se agregan en forma pura durante el procesamiento para llevar a cabo algunas funciones deseables. Desde la perspectiva del químico de alimentos, las



DIANA MARCELA VALENCIA ARIAS

propiedades funcionales de las proteínas son aquellas propiedades que influyen en la calidad y el atractivo del alimento. Estas propiedades están determinadas por las estructuras primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria de las proteínas y varían considerablemente entre proteínas. El calentamiento, los cambios de pH, el batido, el secado y otros tratamientos pueden alterar las propiedades funcionales de las proteínas. Las funciones de las proteínas en los alimentos incluyen: gelificación, espesamiento, formación de espuma, retención de agua, emulsificación, coloración, cohesión, formación de masa y texturización. Así, las proteínas realizan muchas funciones como ingredientes de los alimentos y se utilizan en gran variedad de productos. (Miller, D. 2001).

La fibra también le da las propiedades físicas a los alimentos, y generalmente baja la densidad calórica de los mismos.

Todos los alimentos contienen elementos minerales formando parte de los compuestos orgánicos e inorgánicos. De ahí consta la importancia de la determinación de cenizas, ya que es muy difícil determinarlos tal y como se presentan en los alimentos, la incineración pasa a destruir toda la materia orgánica, cambia su naturaleza, las sales metálicas de los ácidos orgánicos se convierten en óxidos o carbonatos, o reaccionan durante la incineración para formar fosfatos, sulfatos o haluros. Algunos elementos como el azufre y los Halógenos pueden no ser completamente retenidos en las cenizas, pudiéndose volatilizar.

<http://www.ilustrados.com/pyblicaciones/EpyuVufAyzvydpbefh.php>



2.2 Abonos orgánicos

De los 16 elementos químicos conocidos hasta ahora como necesarios para el desarrollo de las plantas, 13 son nutrimentos derivados de la tierra, debido a que normalmente entran a la planta a través de las raíces. Sin embargo, la mayoría de las plantas pueden utilizar pequeñas cantidades de estos nutrimentos cuando se los asperja sobre las hojas. (National plant food institute :2001)

Se acostumbra clasificar a los nutrientes derivados de la tierra en tres grupos, según las necesidades de la planta:

- 1. Nutrientes Primarios (N, P, K):** Se denominan así porque, normalmente, la tierra no puede suministrarlos en las cantidades relativamente altas que se necesitan para el desarrollo saludable de la planta.
- 2. Nutrientes Secundarios (Ca, Mg, S) :** Se llaman así porque también los necesitan las plantas en cantidades bastante substanciales. Se presentan en proporciones adecuadas en algunas regiones y faltan en otras.
- 3. Micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn, Cl):** Los micronutrientes , o huellas de nutrientes, se llaman así debido a



DIANA MARCELA VALENCIA ARIAS

que la planta requiere de ellos en pequeñas cantidades. Estos elementos se encuentran disponibles, en cantidades adecuadas, en muchos suelos.

Los fertilizantes orgánicos o abonos orgánicos no permiten que se que se presenten deficiencias de estos nutrientes en las plantas , ya que estas al igual que los humanos y los animales; no sólo necesitan suficiente alimento, sino también una dieta equilibrada que las haga crecer sanas y producir los máximos rendimientos. (National plant food institute, 2001)

Para que estos nutrientes puedan ser absorbidos por las plantas, el contenido de las moléculas orgánicas debe transformarse en complejos minerales a través de procesos de degradación. Este proceso es relativamente lento, y la liberación de materia orgánica es mas lenta que los fertilizantes químicos.

Se conocen con el nombre de abonos orgánicos a todos los residuos de las cosechas, residuos de animales, a los abonos verdes y a los residuos industriales. Sin embargo, el mas importante es el residuo de animales. Que son agregados al suelo fundamentalmente para la nutrición de la planta. (Sanabria, 1999)

La utilización de fertilizantes orgánicos en la agricultura se ha venido realizando desde la antigüedad, al utilizarse los residuos ganaderos para restituir la materia orgánica del suelo y así aumentar la capacidad de retención de los nutrientes. En un principio se apilaban los residuos generados (ganaderos, agrícolas y excrementos humanos) para que se descompusieran y así generar compost, que no siempre tenía las condiciones higiénicas adecuadas. En un periodo mas cercano, se introdujo el uso de los fertilizantes químicos hizo que los rendimientos obtenidos en el sector agrario en todos los cultivos, aumentaran, teniendo también



en cuenta la introducción de mejoras en las semillas y plantas de las especies cultivadas, lo que implicó también problemas de Contaminación por exceso de nitratos en suelos y aguas.

www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/hor

A diferencia de los abonos orgánicos el acondicionador orgánico de suelos es un producto de origen vegetal o animal, estabilizado y manejado de manera ambientalmente limpia , que se aplica al suelo principalmente para mejorar sus propiedades físicas y químicas. (ICONTEC-ICA : 2004)

Ventajas De los abonos orgánicos:

- Permanecen en el suelo por largo tiempo.
- Son más estables que los fertilizantes químicos.
- Estimulan el desarrollo de microorganismos benéficos del suelo.
- Mejoran la relación suelo, agua, nutrientes, aire y demás elementos.
- Potencializan el suelo y estimulan la disposición de otros nutrientes.
- Facilitan a las plantas la absorción de otros nutrientes al disponer de mayor cantidad de humedad.
- Retienen mayor cantidad de agua en el suelo y lo mantienen en capacidad de campo.
- Evitan la lixiviación (pérdida de otros nutrientes en el suelo por acción del agua).
- Mejoran las propiedades biológicas, químicas y físicas del suelo, formando la floculización de las partículas (compuesto de calcio más arcillas y elementos orgánicos).
- Son económicos y fáciles de administrar.



- Los abonos orgánicos son productos obtenidos por la descomposición de la materia orgánica sometida a la acción aerobia de microorganismos no perjudiciales.

(www.fira.gob.mx/boletin013-09.pdf)

3. ASPECTOS METODOLOGICOS

3.1 Metodología 1. Análisis de Rutina

El principal objetivo del **Laboratorio de control de calidad de alimentos**, es satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes en el aseguramiento y excelencia de la calidad mediante la ejecución de análisis confiables; para esto el Laboratorio cuenta con el área de físico-química y microbiología. Además cuenta con los equipos necesarios que aseguran la confiabilidad en los análisis.

En el Laboratorio se analizan gran variedad de muestras como son harinas precocidas, productos lácteos, etc ; en general todo tipo de empresas Quindianas. Asimismo el laboratorio esta ampliando la oferta de servicios en el campo de abonos , aguas etc; con el propósito de satisfacer las necesidades de los clientes. Contando con áreas totalmente independientes.

Cada una de las técnicas de análisis son aprobadas en primera instancia por la seccional de salud del Quindío, y se está realizando un fuerte trabajo para alcanzar la certificación ICONTEC bajo la norma 17025 que rige laboratorios y pruebas de ensayo.



DIANA MARCELA VALENCIA ARIAS

Cada uno de los análisis nombrados a continuación se realizan bajo la norma respectiva:

- ✿ Determinación de acidez total (NTC 440).
- ✿ Determinación de grasas (NTC 668).
- ✿ Determinación del porcentaje de sólidos solubles (NTC 4624).

Los demás análisis se ejecutan según el manual del laboratorio los cuales son:

- ✿ Determinación de Cenizas
- ✿ Determinación de Humedad
- ✿ Actividad del agua (Aw)
- ✿ Determinación de pH
- ✿ Determinación de fibra
- ✿ Determinación de proteínas



3.1.1 HUMEDAD

3.1.1.1 Consideraciones Generales

El agua se encuentra en los alimentos en tres formas: como agua de combinación, como agua adsorbida y en forma libre, aumentando el volumen. El agua de combinación está unida en alguna forma química como agua de cristalización o como hidratos. El agua adsorbida está asociada físicamente como una monocapa sobre la superficie de los constituyentes de los alimentos. El agua libre es aquella que es fundamentalmente un constituyente separado, con facilidad se pierde por evaporación o por secado. Dado que la mayor parte de los alimentos son mezclas heterogéneas de varias sustancias, pueden contener cantidades variables de agua de los tres tipos.

<http://www.ilustrados.com/pyblicaciones/EpyuVufAyzvydpbefh.php>

3.1.1.2 Materiales y equipos

- Balanza para Humedad precisa (FOTO I)
- Plato de aluminio
- Balanza analítica



Foto I Balanza para Humedad precisa

3.1.1.3 Procedimiento

- Encender la balanza y la lámpara IR 30 minutos antes de realizar la determinación. Para la calibración.
- Dejar estabilizar la balanza.
- Pesar el plato porta muestras.
- Tarar.
- Distribuir el producto en el plato portamuestras y tomar peso (mas o menos 1 gramo).
- Realizar el proceso de secado a una T° 105-110 $^{\circ}$ C determinar el % de materia seca del producto.
- Al obtener peso constante se da por terminado el análisis.

3.1.1.4 Expresión de resultados

El equipo arroja los siguientes resultados :

- Peso de la muestra
- %materia seca
- %H₂O
- Peso residual
- tiempo



Para garantizar la confiabilidad en los resultados arrojados por el equipo el laboratorio cuenta con el correspondiente certificado de calibración expedido por **MetroCal Ltda. Metrología Y calibración**, esta calibración se debe realizar cada año, aparte de esto el laboratorio lleva un control interno semanal en el cual se realiza el procedimiento con la balanza de humedad a la par con el procedimiento llevado a cabo con estufa de aire circulante, en los cuales la diferencia entre ambos métodos no debe ser mayor de +/- 0.20 g.

3.1.2 pH

3.1.2.1 Consideraciones Generales

El pH de un alimento puede ser medido ya sea mediante el uso de indicadores coloridos o electrónicamente. En las titulaciones ácido-base se usan indicadores que cambian de color a valores seleccionados de pH. los valores de pH de los productos alimenticios que no son demasiado coloridos pueden determinarse con facilidad con el uso de papeles indicadores de pH. Ahora se dispone de éstos dentro de un intervalo muy amplio de pH.

La medición exacta de pH, tan necesaria en el análisis de alimentos, es muy sensible a la temperatura de la solución. Esto se debe principalmente a la dependencia de la temperatura del potencial entre el electrodo y el líquido que lo baña. Para mediciones de pH con precisión de ± 0.01 unidades, la temperatura de la solución de ensayo y las soluciones amortiguadoras de calibración deben conocerse con aproximación de $\pm 2^{\circ}\text{C}$. En los medidores de pH se incorpora aditamentos compensadores de temperatura para corregir cualquier desviación de la temperatura.

Para uso inmediato y para que tengan una larga vida, los electrodos de vidrio deben conservarse húmedos, por lo general por inmersión en agua o en una solución amortiguadora. A menos que los electrodos se usen muy frecuentemente, los vasos abiertos son inadecuados debido



a la operación imperceptible del agua. Las mediciones del pH de alimentos acuosos usando electrodo de vidrio son muy sencillas.

Los alimentos húmedos y semihúmedos pueden examinarse después de diluirlos en agua. Esto es permisible debido a que los alimentos en general contienen suficientes sales reguladoras naturales del pH, que permiten cierta dilución sin afectar el pH. Sin embargo, el contenido, relativamente alto de electrolitos en la fase acuosa de los alimentos no existe en las soluciones amortiguadoras de calibración del medidor de pH; por tanto, el pH medido no coincide exactamente con valor teórico.

<http://www.alimentosnet.com.ar/trabajos/sanchezudwardz/acideztitulab leph.doc>

3.1.2.2 Materiales y equipos

- pH METRO HANDYLAB 1Y 2
MARCA: SCHOTT
MEDIDOR DE pH/Mv DE BOLSILLO
CADENA DE MEDICIÓN DE pH DE UNA SOLA BARRA
CON SENSOR DE TEMPERATURA INTEGRADO.
- Soluciones buffer pH 4.0 y pH 7.00.
- Agua Destilada.
- Beaker de 50 ml

3.1.2.3 Procedimiento

Como existen tantas variedades de pH-metros, es necesario ajustarse a las instrucciones dadas por el fabricante, en cuanto al almacenamiento y preparación de los electrodos

- Sacar el electrodo de la solución de almacenamiento y lavar con agua destilada.
- Secar el electrodo con papel suave que no produzca ralladuras o abrasión.



- Encender el medidor de pH y permitir que se caliente, durante 1 minuto o más.
- Calibrar el equipo con la solución buffer de pH 7.0, sumergiendo el electrodo en ella.

- Sacar el electrodo de la solución amortiguadora patrón, y lavarlo muy bien con agua destilada y sumergirlo en la solución buffer para comprobación de la linealidad.
- Una vez calibrado el equipo y comprobado su buen funcionamiento, se procede a leer el pH de la muestra a analizar.*
- Tomar el dato en el momento que se estabilice el valor de pH.

*** Preparación de la muestra:**

- Las mediciones del pH de alimentos acuosos usando electrodo de vidrio se realizan directamente.
- Los alimentos húmedos y semihúmedos pueden examinarse después de diluirlos en agua. Esto es permisible debido a que los alimentos en general contienen suficientes sales reguladoras naturales del pH, que permiten cierta dilución sin afectar al pH.



3.1.3 Grasa

3.1.3.1 Consideraciones Generales

El contenido en lípidos libres, los cuales consisten fundamentalmente de grasas neutras (triglicéridos) y ácidos grasos libres, se pueden determinar en forma conveniente en los alimentos por extracción del material seco y reducido a polvo con una fracción ligera del petróleo o con éter dietílico en un aparato de extracción continua (soxhlet). El tipo soxhlet es un tipo de extracción intermitente utilizando un exceso de disolvente reciente condensado. La eficiencia de este método depende tanto del pretratamiento de la muestra como de la selección del disolvente.

Harrison (1939) investigó el uso de varios disolventes sobre la harina de pescado. Encontró que el material extraído aumenta con la polaridad del disolvente de 9% usando éter de petróleo cambiando a hexano, heptano, éter dietílico, disulfuro de carbono, ciclohexano, benceno, cloruro de metileno, tricloroetileno, cloroformo y acetona hasta casi el 16% con dioxano.

La extracción completa de la grasa neutra es enmascarada por la presencia de cantidades elevadas de sustancias solubles en agua como carbohidratos, glicerol y ácido láctico, para esto se le realiza un pretratamiento de la muestra, ya que los lípidos asociados pueden ser liberados si la muestra del alimento se disuelve completamente antes



de hacer la extracción con disolventes polares. La disolución del alimento se puede lograr por hidrólisis ácida.

<http://www.ilustrados.com/pyblicaciones/EpyuVufAyzvydpbefh.php>

3.1.3.2 Equipos y reactivos

Reactivos

- GEL DE SÍLICE
- ACIDO CLORHÍDRICO 4N (adicionar en agua 344ml del ácido concentrado. Diluir a un litro)
- ARENA DE CUARZO
- HEXANO

Equipos

- BUCHI EXTRACCIÓN SISTEM (FOTO II)
B-811
Nombre del equipo: sistema de extracción
Marca: BUCHI
Voltaje:110



Foto II. Sistema de extracción BUCHI

- BUCHI HIDRÓLISIS UNIT (FOTO III)
Voltaje:110



Foto III. Unidad de Hidrólisis BUCHI

3.1.3.3 Manejo de la muestra

Recolectar tres porciones de muestra aproximadamente de 50 gramos de diferentes partes de la misma. Si la muestra es sólida, esta debe ser molida o macerada hasta lograr un tamaño de partícula fino. Mezclar y homogenizar las fracciones y de aquí tomar una porción de 10 gramos.



3.1.3.4 Procedimiento

❖ **HIDRÓLISIS**

En la hidrólisis hervir la muestra en ácido clorhídrico diluido (4N).

➤ **PREPARACIÓN DEL DISGREGADOR**

- Introducir 5 gramos de gel de sílice en el disgregador de vidrio.
- Adicionar 50ml de HCL 4N
- Pesar 10 gramos de muestra.

➤ **PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS DE VIDRIO ESMERILADO:**

- Distribuir 25 gramos de arena de cuarzo.
- Recubrir con aproximadamente 2.5 gramos de gel de sílice .
- Prender el equipo en 110 voltios.
- Como posición de inicio se hace un precalentamiento poniendo la perilla en preheating durante 10 minutos.
- Seleccionar la potencia calefactora, después del ciclo de precalentamiento se recomienda la posición 1. En función al comportamiento de ebullición aumentar o se disminuir el calor.
- Introducir en el aparato los disgregadores con la muestra.
- Introducir en los acoplamientos de goma las probetas de vidrio esmerilado preparación mencionada anteriormente.
- Colocar sobre las probetas las tapas de aclarado y montar el tubo de rebose.



- Conectar el dispositivo de aspiración cuando las muestras presenten una ebullición uniforme.
- El tiempo de hidrólisis es de 45 minutos.
- Si se presenta un exceso de espuma, esta se suprime adicionando pequeñas cantidades de HCL 4N.
- Cuando el tiempo de hidrólisis haya transcurrido, adicionar agua caliente (40-50°C) .
- Apagar la calefacción.
- Sumergir en la solución, los tubos de rebose con el fin de realizar la aspiración. Cuando la aspiración haya terminado se reaclara por porciones con agua destilada tibia (40-50°C). Para lo anterior es necesario levantar los disgregadores.
- Secar la muestra a 103°C por 6 horas.
- Transcurridas las 6 horas adicionar 25 gramos de arena de cuarzo y llevar al equipo de extracción.
- La extracción se hace según el método soxhlet-estándar con hexano como disolvente.
- Programar el equipo según los parámetros siguientes:



Etapa 1

Nivel de caldeo 8

Ciclos 30

Tiempo 2 horas

Etapa 2

Nivel de caldeo 7

Tiempo 15 minutos

Etapa 3

Nivel de caldeo 7

Tiempo 25 minutos

- Colocar las probetas de vidrio esmerilado con las muestras hidrolizadas.
- Pesar la copa de disolvente y anotar el peso exacto.
- Llenar la copa con hexano por encima de la marca Buchi.
- Activar la calefacción.
- Abrir la llave para dar salida al agua de refrigeración.
- Iniciar el programa.
- Cuando se haya terminado la extracción enfriar las copas a temperatura ambiente y pesar.



3.1.3.5 Expresión de resultados

$$\text{Porcentaje de Grasa} = (P_1 - P) / W * 100$$

Donde:

P_1 = Peso final del vaso

P = Peso inicial del vaso

W = Peso de la muestra



3.1.4 Cenizas

3.1.4.1 Consideraciones generales

Se denomina así a la materia inorgánica que forma parte constituyente de los alimentos (sales minerales). Las cenizas permanecen como residuo luego de la calcinación de la materia orgánica del alimento. La calcinación debe efectuarse a temperatura adecuada, que sea lo suficientemente alta como para que la materia orgánica se destruya totalmente, pero se debe procurar que la temperatura no sea excesiva para evitar que los compuestos inorgánicos sufran alteración (fusión, descomposición, volatilización o cambio de estructura).

Todos los alimentos contienen elementos minerales formando parte de los compuestos orgánicos e inorgánicos. Es muy difícil determinarlos tal y como se presentan en los alimentos, la incineración pasa a destruir toda la materia orgánica, cambia su naturaleza, las sales metálicas de los ácidos orgánicos se convierten en óxidos o carbonatos, o reaccionan durante la incineración para formar fosfatos, sulfatos o haluros. Algunos elementos como el azufre y los halógenos pueden no ser completamente retenidos en las cenizas, pudiéndose volatilizar.

Una regla general: alimentos pobres en proteínas, pero ricos en glúcidos contienen más calcio que fósforo; los alimentos grasos contienen igual calcio y fósforo, los alimentos proteicos contienen menos calcio y más fósforo.

<http://www.ilustrados.com/pyblicaciones/EpyuVufAyzvydpbefh.php>



3.1.4.2 Equipos y Materiales

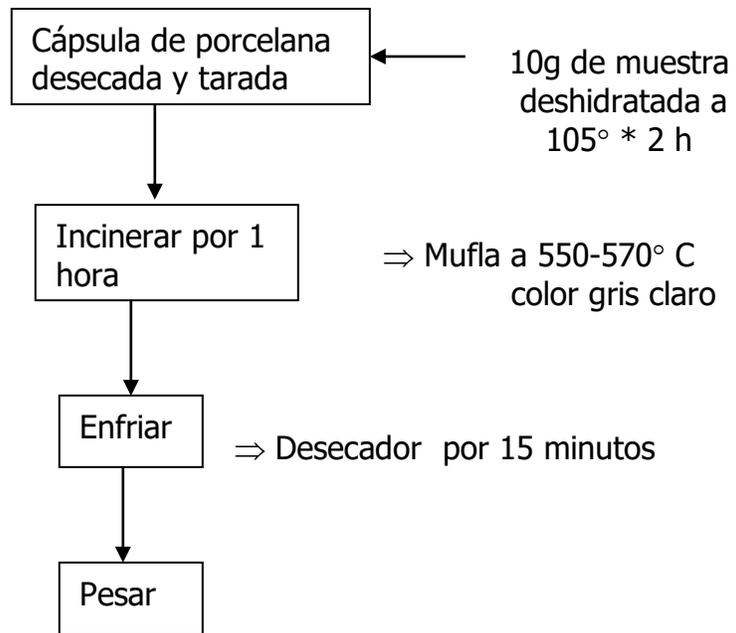
- Mufla
- Crisol de porcelana
- Balanza Analítica
- Desecador y pinzas

3.1.4.3 Procedimiento

- Pesar 10g de muestra en un crisol previamente tarado y deshumedecido.
- Deshidratar la muestra a 105°C por 2 horas.
- Incinerar la muestra 1 hora en la mufla a 550-570 ° C hasta color gris claro.
- Enfriar en el desecador por 15 minutos .
- Pesar la muestra incinerada.



➤ Diagrama de flujo del proceso



3.1.4.4 Expresión de resultados

$$\text{Porcentaje de cenizas} = (C_c - C) / W * 100$$

Donde:

C_c = Peso del crisol más la ceniza

C = Peso del crisol vacío

W = Peso de la muestra



3.1.5 Fibra

3.1.5.1 Consideraciones Generales

“Fibra cruda” es el residuo orgánico combustible e insoluble que queda después de que la muestra se ha tratado en condiciones determinadas. Las condiciones más comunes son tratamientos sucesivos con petróleo ligero, ácido sulfúrico diluido hirviendo, hidróxido de sodio diluido hirviendo. Este tratamiento proporciona la fibra cruda que consiste principalmente el contenido en celulosa además de la lignina y hemicelulosas contenidas en la muestra. Las cantidades de estas sustancias en la fibra cruda pueden variar con las condiciones que se emplean.

La fibra “cruda” o “bruta” es aplicable a los alimentos vegetales, alimentos mixtos. No es aplicable a los alimentos de origen animal.

(<http://www.ilustrados.com/pybolicaciones/EpyuVufAyzvydpbefh.php>)

3.1.5.2 Equipos ,materiales y Reactivos

- Beaker de 400 ml
- Papel Filtro Whatman N° 41
- Frasco Lavador
- Hidróxido de sodio al 0.313N (12,27 g disolverlos en 1 litro de agua destilada)
- Ácido Sulfúrico al 0.255N (disolver en agua 6,7 ml del ácido concentrado, diluir a un litro)
- Agua destilada
- Equipo de Filtración al vacío
- Estufa

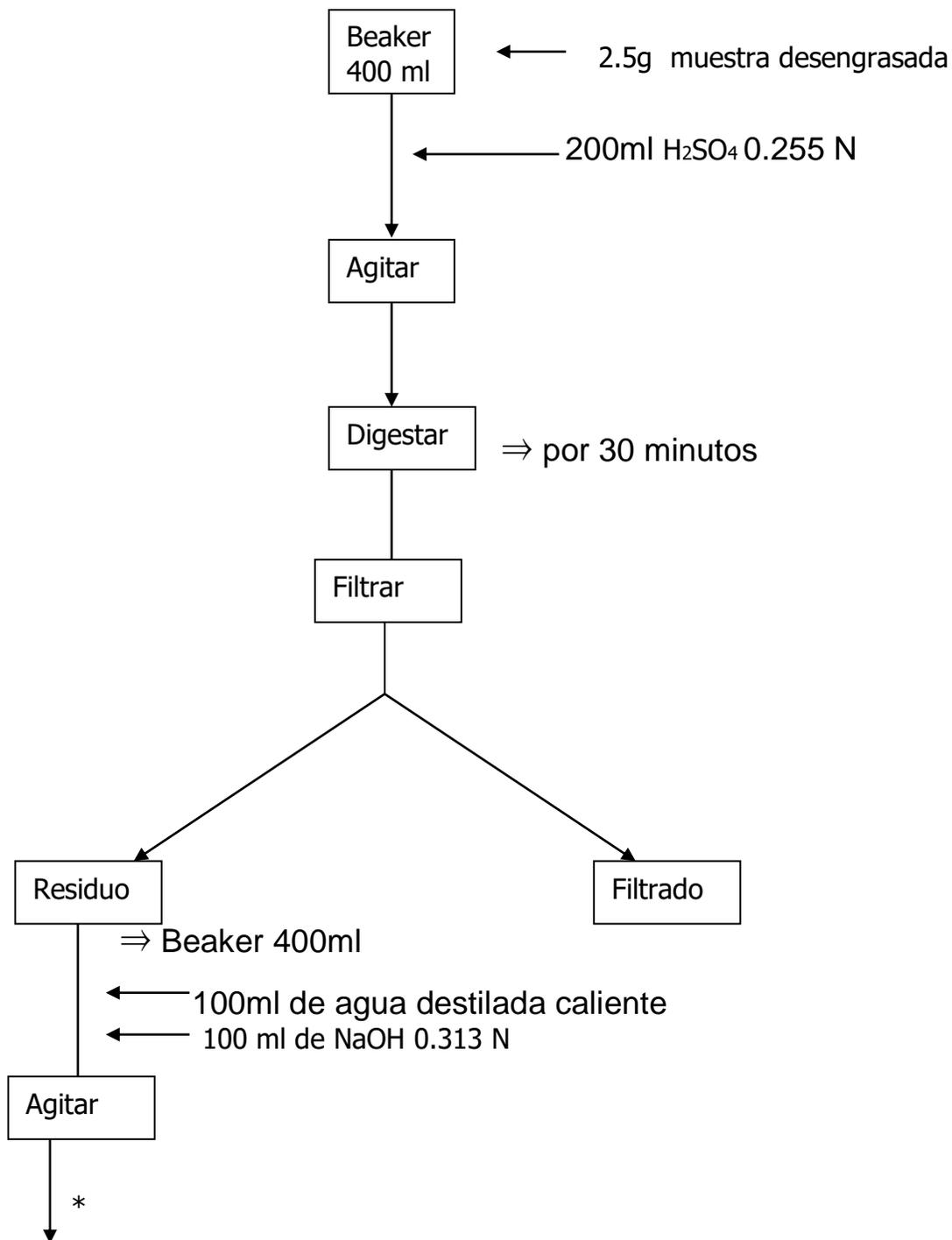


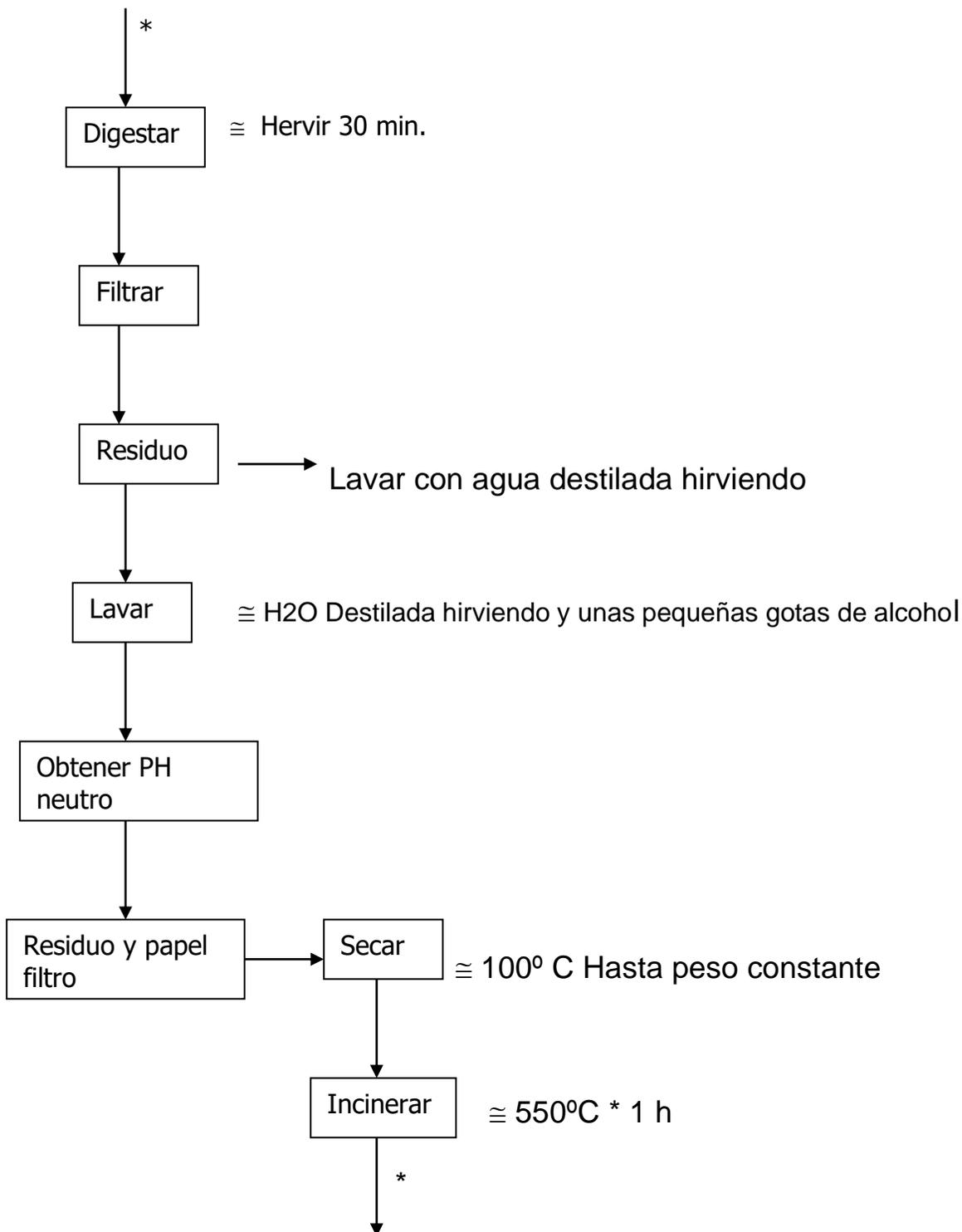
3.1.5.3 Procedimiento

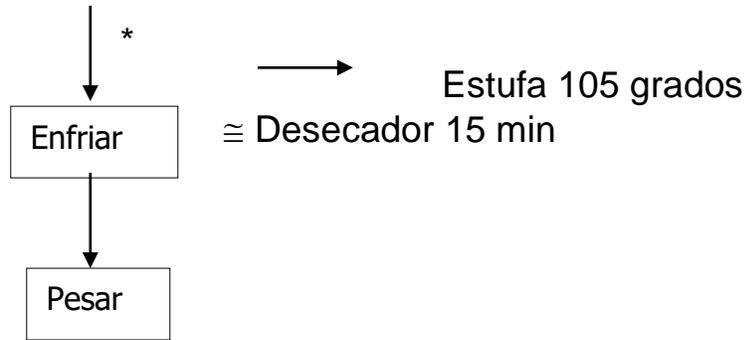
- Pesar 2.5 g de muestra previamente desengrasada con éter de petróleo. A menos que esta tenga un contenido de grasa menor del 1%
- Transferir la muestra libre de grasa y seca, a un beaker de 400ml.
- Agregar 200ml de ácido sulfúrico, colocar en digestión por treinta minutos. Cuidando de que no quede material fuera de contacto con el ácido.
- Filtrar la solución caliente a través del papel filtro con ayuda de equipo de filtración al vacío. Lavar con agua hirviendo varias veces con porciones de 50 ml cada vez, hasta que el agua de lavado no tenga reacción ácida.
- Regresar el residuo con mucho cuidado a su vaso original utilizando el frasco lavador, conteniendo 100ml de NaOH al 0.313 y 100 ml de agua destilada caliente . Hervir durante treinta minutos.
- Filtrar inmediatamente en caliente, con un filtro exactamente pesado. Lavar el residuo con agua hirviendo, hasta la eliminación del hidróxido de sodio en el filtrado , y lavar finalmente con pequeñas porciones de alcohol.
- Pasar el papel filtro con el residuo a la estufa de humedad y secar a 100°C hasta peso constante.
- Introducir luego el papel filtro con el residuo seco en un crisol de porcelana previamente tarado y someter a T° 550°C por una hora, enfriar en un desecador y pesar.



➤ Diagrama de flujo del proceso







3.1.5.4 Expresión de Resultados

$$\% \text{fibra cruda} = \frac{A-B}{W \text{ muestra}} * 100$$

A= W papel filtro + residuo – W papel filtro

B= W crisol + cenizas – W crisol

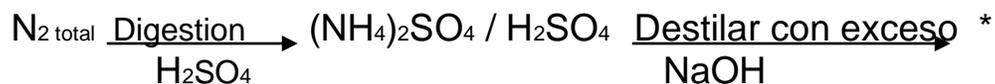


3.1.6 Proteína

3.1.6.1 Consideraciones Generales

La proteína bruta o la materia nitrogenada total se determina por el método de KJELDAHL. El método de KJELDAHL aunque se ha modificado durante años, el procedimiento básico de kjeldahl mantiene aún su posición como la técnica más fidedigna para la determinación de nitrógeno orgánico. En consecuencia, es incluido entre los métodos oficiales estatuidos y es aprobado por las organizaciones internacionales. Además, los resultados obtenidos mediante el método de Kjeldahl se usan para calibrar los métodos físicos y químicos.

El método Kjeldahl consta de las siguientes etapas:



* NH_3 / Ácido bórico
(valoración con ácido)

Como catalizador se utiliza CuSO_4 , por cada 10°C de elevación de la temperatura, la velocidad de la reacción se duplica.

Este método de análisis es aplicable a todo tipo de alimento en general. Si el alimento ha sido enriquecido con urea, la expresión del resultado es engañosa.

La cantidad de muestra que se utiliza se calcula de acuerdo a que tan rica o no sea la muestra en nitrógeno el rango promedio es entre 0.2-1.0 g, para esto se utilizan los siguientes factores de acuerdo al alimento a analizar.



| | |
|--------------------------------------|------|
| Trigo- harina entera | 5.83 |
| Harinas | 5.70 |
| Salvado | 6.31 |
| Arroz | 5.95 |
| Cebada, avena ,centeno | 5.83 |
| Maíz | 6.25 |
| Soya | 5.71 |
| Nueces-cacahuates, nueces del Brasil | 5.41 |
| Almendras | 5.18 |
| Otras nueces | 5.30 |
| Leche y productos lácteos | 6.38 |
| Gelatina | 5.55 |
| Todos los otros alimentos | 6.25 |

(<http://www.ilustrados.com/pyblicaciones/EpyuVufAyzvydpbefh.php>)

3.1.6.2 Reactivos

- ÁCIDO SULFÚRICO concentrado al 98%. Reactivo analítico.
- TABLETAS CATALIZADORAS KJELDAHL: Marca Merck referencia A1153480250.
- HIDROXIDO DE SODIO al 32%(disolver 32g de hidróxido de sodio y completar a 100ml con agua destilada) para la alcalinización de la muestra previa a la destilación.
- ACIDO BÓRICO: preparado al 2% (2 gramos de ácido bórico por 100ml) para recoger el amoniaco destilado.
- ACIDO SULFURICO 0.1N (verter en agua 1.5ml del ácido concentrado. Diluir a 500ml)*
- PAPEL FILTRO: Para pesar sobre el la muestra, envolverla y llevarla a digestión, Libre de nitrógeno.



- Indicador mixto. (rojo de metilo- verde de bromocresol), 0.4g de rojo de metilo +0.6g de verde de bromocresol en etanol.

* Estandarización H₂SO₄ 0.1N

- ❖ Preparación de una solución de concentración conocida aproximadamente 0.05N de Na₂CO₃
- ❖ Secar a 250°C, durante 4 horas, de 3 a 5 g de Na₂CO₃ , patrón primario y se enfría en un desecador.
- ❖ Pesar 2.5 ± 0.2g del reactivo seco y disolver en un poco de agua destilada, luego se transfiere la solución a un balón aforado de 1 litro, completar hasta la marca con agua destilada y homogenizar muy bien, esta solución no dura más de una semana.
- ❖ Vaciar en un beaker 40ml exactos de la solución preparada anteriormente, se agregan 60 ml de agua destilada, 2-3 gotas de indicador mixto y titular potenciométricamente hasta un pH=5.0.
- ❖ Calcular la normalidad de la siguiente manera:

$$N = A * B / 53 \text{ eq-g } * C$$

Donde:

A= g de Na₂CO₃ disueltos en 1 litro de agua

B= ml de solución de Na₂CO₃ , tomados para la titulación (40ml)

C= volumen total de ácido gastado en la titulación.

- ❖ Realizar el proceso por triplicado de tal forma que los resultados presenten una exactitud de 0.1%



3.1.6.3 Equipos

- BUCHI KJELDAHL (FOTO IV)
LINE K-435
NOMBRE DEL EQUIPO: Digestor
MARCA : Buchi
MODELO: K-435
VOLTAJE: 220
REPETITIVIDAD: No aplica
INCERTIDUMBRE: No aplica
RESOLUCIÓN: No aplica



Foto IV. Digestor de Kjeldahl



- BUCHI KJELDAHL (FOTO V)
NOMBRE DEL EQUIPO: Destilador
MARCA: Buchi
MODELO: B-324



Foto V. Destilador kjeldahl



- BUCHI SCRUBBER
- NOMBRE DEL EQUIPO: Scrubber
- MARCA: Buchi
- MODELO: B-414
- UNIDADES: No aplica
- RANGO: No aplica
- RESOLUCIÓN: No aplica
- REPETIBILIDAD: No aplica

3.1.6.4 Manejo de la muestra:

Recolectar tres porciones de muestra aproximadamente 50 g de diferentes partes de la misma. Mezclar y homogenizar estas fracciones y de aquí tomar una porción de acuerdo a la fórmula que se describe a continuación, para llevar a cabo el análisis. Para evitar que la titulación con ácido sulfúrico sobrepase los 10ml.

$$W \text{ muestra: } \frac{10 \cdot 0.1 \cdot 1.4 \cdot f}{\%p}$$

10 ml : volumen al que se quiere acercar

0.1: concentración del titulante H_2SO_4 eq-g/l

1.4: factor de conversión de unidades

f: factor que depende de la muestra

% p: Porcentaje de proteína esperada teniendo en cuenta el manual nutricional del ICBF de acuerdo al alimento a analizar.

Se debe tener cuidado en el momento de la digestión si la muestra es líquida, evitando que esta ascienda y pueda interferir en el procedimiento .



3.1.6.5 Procedimiento

- Prender el equipo sin los tubos de digestión, ubicar el sector de calentamiento en la posición 10 y dejar calentar por 10 minutos mientras prepara la muestra y ubicar los tubos. El digestor **BUCHI** tiene dos líneas de trabajo independiente cada una para seis tubos, si se va a trabajar seis o menos tubos, prender una sola línea de trabajo, para más de seis tubos prender las dos líneas de trabajo.
- Pesar la muestra de acuerdo a la cantidad determinada anteriormente sobre un papel filtro. Colocar el papel doblado con la muestra en el fondo del tubo de digestión.
- Adicionar una tableta de catalizador de kjeldahl.
- Adicionar 25 ml de ácido sulfúrico concentrado por los bordes del tubo con sumo cuidado.
- Con los tubos puestos sobre la gradilla, instalar y asegurar el tubo de aspiración sobre la boca del tubo de digestión. Conectar y asegurar la salida del tubo de aspiración al scrubber con la manguera respectiva y encajar con la rosca de oliva. Verificar la succión. Si no utiliza todos los tubos de una línea de trabajo, no colocar tubos vacíos. Ubicar los tubos ocupados hacia el extremo más cercano a la toma de succión del tubo de aspiración que queden sin tubo de aspiración, taparlas con papel aluminio y asegurarlas con bandas de caucho.
- Desarrollar la digestión una vez confirmada la succión, montar los tubos en el digestor. Ubicar el selector de potencia en la posición 8 y operar así durante la primera media hora. Luego ubicar el



selector de potencia en la posición 10 hasta el final de la digestión. Todo el tiempo vigilar que la condensación del ácido se lleve a cabo por debajo de los empaques; si no ocurre, disminuir el calentamiento ubicando el sector de poder en una posición inferior.

- Se considera que la digestión termina cuando las muestras se presentan claras, transparentes y brillantes; cuando esto suceda dejar 15 minutos más de digestión y luego apagar el equipo. Retirar los tubos 15 minutos más tarde y apagar el scrubber. Desconectar las olivas de las mangueras que comunican con el scrubber, retirar el tubo de aspiración y lavar el equipo; posteriormente llevar a cabo la destilación.

➤ DESTILACIÓN:

Realizar este procedimiento en un destilador de nitrógeno, el cual se programa digitalmente y automáticamente adiciona:

- 50 ml de agua destilada
- 80ml de hidróxido de sodio al 32%
- 75 ml de ácido bórico

Programar 5 minutos de destilación y arrancar el equipo. Si existe un mensaje de error, remitirse a la página 23 del manual de funcionamiento del destilador y aplicar la respectiva corrección siguiendo al pie de la letra dicho manual.



➤ VALORACIÓN:

Titular el destilado de cada muestra con ácido sulfúrico 0.1 N, hasta alcanzar un color rosado pálido

Determinar el contenido proteína mediante la formula :

3.1.6.6 Expresión de resultados

$$\% \text{ proteína} = \frac{(v-B)*C*1.4*F}{M}$$

M

V: Volumen de titulante consumido

B: Volumen de titulante consumido por el blanco

C: Concentración de titulante Eq. v/l

F: Factor de conversión de titulante Eq. v/l

M: Peso de la muestra en gramos



3.1.7 Determinación del porcentaje de sólidos solubles (°Brix)

3.1.7.1 Consideraciones Generales

La concentración en sólidos solubles de los alimentos se expresa en grados Brix. Originariamente, los grados Brix son una medida de densidad. Un grado Brix es la densidad que tiene, a 20° C, una solución de sacarosa al 1 %, y a esta concentración corresponde también un determinado índice de refracción.

Como los sólidos no son solamente sacarosa, sino que hay otros azúcares, ácidos y sales, un grado Brix no equivale a una concentración de sólidos disueltos de 1g/10ml. Los grados Brix son, por tanto, un índice comercial, aproximado, de esta concentración que se acepta convencionalmente como si todos los sólidos disueltos fueran sacarosa. (Fisher : 1971)



3.1.7.2 Equipos

- Refractómetro Digital (FOTO VI)
Marca ATAGO
Modelo DR-A1



Foto VI. Refractómetro digital



3.1.7.3 Procedimiento

- El refractómetro debe calibrarse antes de cada grupo de medidas siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Los valores correspondientes a los sólidos solubles medirlos normalmente a 20°C mas o menos 0.5° C.
- Antes de cada medida o de cada calibración limpiar con agua la superficie de cristal del refractómetro y secar con papel de filtro el agua que quede adherida.
- Antes de proceder a la medida, mezclar bien la muestra, analizar los concentrados sin diluirlos.
- Colocar una pequeña cantidad de muestra sobre el prisma inferior del refractómetro.
- Comprobar que la muestra cubre de manera uniforme la superficie del cristal cuando los prismas quedan unidos.
- Esperar que la muestra alcance el equilibrio térmico (30 segundos aproximadamente) y hacer la medida siguiendo las instrucciones del equipo.
- Leer directamente el porcentaje de contenido de sacarosa con una aproximación del 0.1%.
- Hacer por lo menos dos determinaciones de la misma muestra.
- El contenido de sólidos solubles se expresa normalmente en gramos de sacarosa por 100 g de producto.



3.1.8 Determinación de la acidez valorable en Alimentos

3.1.8.1 Consideraciones Generales

La acidez puede ser medida por medio de titulación con un álcali hasta un punto final que depende del indicador seleccionado y el resultado se puede expresar en términos de un ácido en particular. El valor de la titulación no indica si los ácidos que están presentes son fuertes o débiles. Sin embargo, si la titulación se sigue potenciométricamente, la curva de titulación que se grafica puede dar información sobre la fuerza relativa de los ácidos presentes.

La titulación para determinar la acidez total puede efectuarse también con ayuda de un pHmetro provisto de un electrodo de vidrio siguiendo las instrucciones que acompañen al instrumento utilizado. Antes de su uso, hay que ajustar el instrumento con los apropiados tampones, hasta obtener un pH de 8.2.

60.05 g/ eq-g ácido acético

64.04 g/ eq-g ácido cítrico anhidro

67.04 g/ eq-g ácido málico

75.05 g/ eq-g ácido tartárico

<http://www.alimentosnet.com.ar/trabajos/sanchezudwardz/acideztitulableph.doc>



3.1.8.2 Materiales Equipos y Reactivos

- Hidróxido de sodio NaOH 0.1 N (Disolver 4 g en 1 litro de agua destilada). *
- Fenoftaleina al 1% en alcohol (Disolver 1 g de fenoftaleina en 100ml de Etanol).
- PH-metro.
- Agua destilada
- Erlenmeyer de 250ml
- Bureta de 25 ml
- Agitador magnético.

* Estandarización de NaOH 0.1 N

- ❖ Pesar con precisión 0.600g de hidrógenoftalato de potasio previamente seco a una temperatura de 120° C por 4 horas.
- ❖ Diluir a 70 ml de agua destilada, adicionar tres gotas de fenoftaleina. Titular con el NaOH a determinar hasta notar un viraje de la solución a rosa tenue.
- ❖ La Normalidad se calcula de la siguiente manera:

$$0.600g \text{ F} / 204.23 \text{ (g/eq-g)} \text{ F} = \text{V L} * \text{N L}$$

$$\begin{array}{ccc} \downarrow & & \downarrow \\ \text{Peso de F} & & \text{Peso eq-g de F} \end{array}$$

Donde:

F= Hidrógenoftalato de potasio HOOC₆H₄. COOK

VL= Volumen de NaOH gastado en la titulación en litros.



NL= Normalidad del NaOH

NL= 0.002937 eq-g/ VL

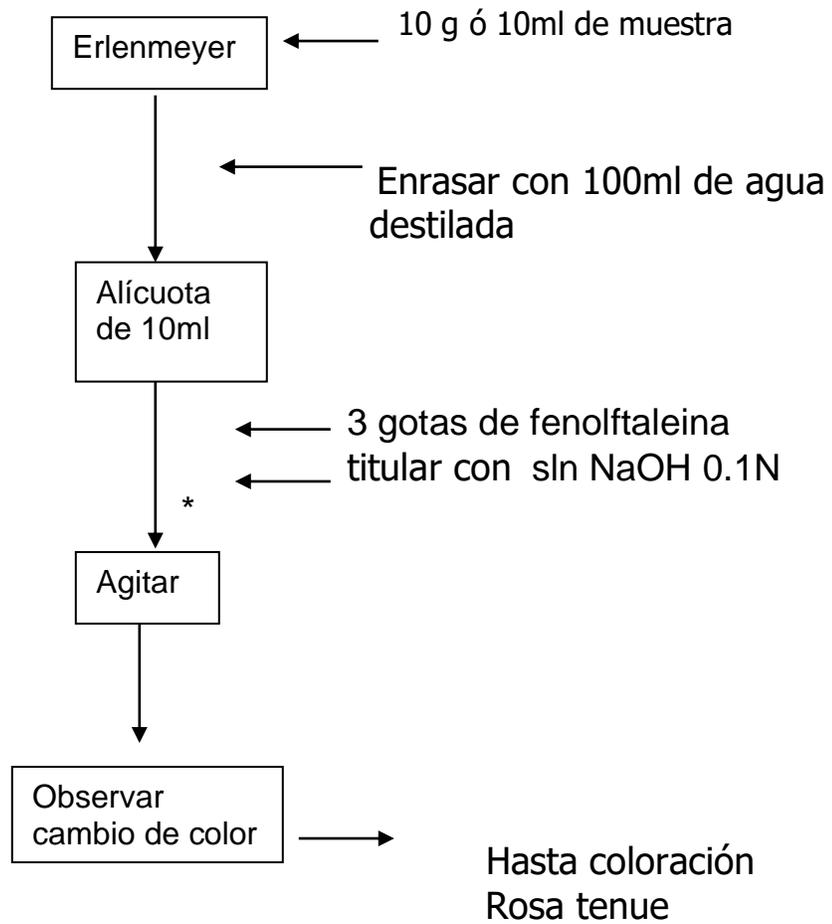
- ❖ Realizar el proceso por triplicado de tal forma que los resultados presenten una exactitud del 0.1%.

3.1.8.3 Procedimiento

- Colocar 10 ml de muestra en un erlenmeyer y enrasar con agua destilada libre de CO₂ hasta 100 ml.
- Pasar la muestra a través de papel filtro y recoger el filtrado.
- Agregar a 10ml de la muestra preparada anteriormente alrededor de 3 gotas de fenolftaleina .
- Enrazar la bureta de 25 ml con hidróxido de sodio 0.1N y titular hasta observar que la alícuota tenga un ligero cambio de color a rosado.
- Cuando se trata de soluciones fuertemente coloreadas, se debe realizar el mismo procedimiento anterior, pero sin agregar la fenolftaleina y anotar el gasto cuando el pH marque entre 8.3-8.6.



➤ **Diagrama de flujo del proceso**





3.1.8.4 Expresión de resultados

% Acidez: $N \cdot V \cdot M / W \cdot 100$

N = Normalidad del Hidróxido de Sodio estandarizado (eq-g/L)

V = Volumen de Hidróxido de sodio consumido (L)

M = Peso eq-g del ácido predominante (g/eq)

W = gramos de muestra



3.1.9 Determinación de la actividad del agua en alimentos (aw)

3.1.9.1 Consideraciones Generales

En las últimas tres décadas, el concepto (aw) se ha utilizado como indicador de estabilidad en el control de calidad en los alimentos frente a los procesos de deterioro, entre los cuales la microbiológica es la más rápida y frecuente.

La actividad del agua es uno de los factores más críticos para determinar la calidad de los alimentos que se consumen a diario, ya que esta afecta el tiempo de vida, la textura, el sabor y el olor en los alimentos, también es importante para la estabilidad de los productos farmacéuticos y cosméticos; mientras la temperatura, pH y otros factores pueden influenciar el crecimiento de microorganismos la actividad del agua es el factor más importante controlando el crecimiento de los mismos. Por ejemplo la mayoría de bacterias no crece a actividades de agua por debajo de 0.91 y la mayoría de alimentos deja crecer microorganismos a actividades de agua por debajo de 0.80. Además de esto, la actividad del agua puede jugar un papel significativo determinando la actividad de las enzimas y las vitaminas en los alimentos.

www.beekeeping.com/articulos/salamnca/actividad-agua.htm



3.1.9.2 Materiales y Reactivos



FOTO VII. Thermoconstanter novasina TH 200.

- Portamuestras.
- Mortero y mazo.

3.9.3 Preparación de la muestra

Si la muestra es sólida macerar muy bien con un mortero o un procesador de alimentos si se necesita ambas porciones de la muestra, la líquida y la sólida, se muele muy bien todo el contenido.



3.1.9.4 Procedimiento

- Prender el equipo, conectándolo a 110 V.
- Fijar la temperatura con el interruptor de preselección. Estos valores que se fijan corresponden a la temperatura de control deseada y se encuentra en la tabla denominada “TEM/SET” impresa en el manual de funcionamiento del equipo.
- Llenar el portamuestra con el material de prueba hasta el borde sin derramarla; el portamuestras debe estar absolutamente seco, si no es así debe limpiarse con un paño.
- Abrir el equipo y girar la cabeza del medidor en sentido contrario a las manecillas del reloj hasta que salga.
- Colocar el portamuestras con el material de prueba en la cámara de medida y girar la cabeza del medidor en el mismo sentido de las manecillas del reloj hasta que ajuste.
- Cuando el equipo llegue a la temperatura preseleccionada (25° C), el equipo muestra cuatro flechas y el valor de **aw** de la muestra.
- El **aw** de la prueba leer en la pantalla en el % de hr cuando el valor medido permanece invariable después de varios minutos y la temperatura indicada corresponde al valor preseleccionado.
- Para confirmar los resultados y tener una medida más exacta se debe extender el tiempo de espera. El equipo muestra en la pantalla cuatro flechas y el valor del **aw**.
- Abrir el equipo y la cámara, sacar el portamuestras, cerrar el equipo y apagarlo.
- Limpiar el equipo con toallas de papel.
- Los desechos de la muestra son orgánicos y por tanto se disponen en el sitio asignados, para manejo de residuos biodegradables.



3.2 Metodología 2, Evaluación de la calidad nutricional del abono orgánico a base de gallinaza.

El Laboratorio del SENA con el fin de aumentar su oferta de servicios, se vio en la necesidad de realizar análisis del valor nutricional de abonos, debido al gran aumento en la producción de estos en el Quindío, por ser una buena opción para el aprovechamiento de los residuos animales, vegetales o residuos sólidos en el campo.

Para esto se seleccionó un abono orgánico a base de gallinaza producido en el Quindío, y el cual es utilizado por las diferentes dependencias del SENA agroindustrial tales como: Invernadero y demás plantaciones de café, plátano, hortalizas, etc.

Cabe aclarar que los clientes utilizan este servicio prestado por el SENA como medio de información del valor nutricional de su producto más no para certificar su producto ante el ICA.

3.2.1 Toma de muestra

Se debe seleccionar un lote al azar, del cual se recogen cantidades significativas de diferentes partes, mezclar y homogenizar las fracciones hasta completar tres Kilogramos, los cuales se dividen en dos partes iguales, una para llevar a cabo el análisis y la otra como contra muestra. (ICONTEC-ICA, 2004)



3.2.2 Preparación de la muestra

Algunos métodos tales como: cenizas y Nitrógeno se desarrollan sobre la muestra seca, molida y tamizada.

En el caso de pH se hace necesario tener una muestra homogénea y significativa, para esto se realiza la preparación de una pasta saturada. En la cual se deben pesar aproximadamente 10 gramos de material previamente seco, molido y tamizado, al cual se le adicionan pequeños volúmenes de agua, agitar continuamente con el fin de eliminar el aire y formar poco a poco una masa, adicionar agua hasta llegar a un punto de equilibrio (punto de saturación) cuya evidencia está dada por un contenido de agua suficiente que refleja un brillo metálico sobre la superficie, después de esto filtrar al vacío. (NTC 5167)

3.2.1 Determinaciones físico- químicas

Se determinó Nitrógeno (3.1.6), Humedad (3.1.1), Aw (3.1.9).

Cada uno de estos análisis con su respectivo procedimiento fue descrito anteriormente en este trabajo.

➤ Procedimiento para medir pH

- Calibrar el potenciómetro con las soluciones reguladoras de pH 7.0 y pH 4.0.
- Introducir el electrodo de vidrio en la pasta saturada.
- Registrar la lectura por triplicado.
- Realizar esta determinación lo más pronto posible ya que este variara con el tiempo.



➤ **Procedimiento para determinar cenizas**

- Se determino según el numeral (3.1.4), a diferencia que en muestras de tipo orgánico se debe hallar el porcentaje de perdidas por volatilización.

$\% \text{ Perdidas por volatilización} = 100 - \% \text{ Cenizas}$



4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Resultados 1, Análisis de rutina.

Algunos de los resultados obtenidos durante el desarrollo de la practica empresarial fueron:

- **Humedad**

Tabla I. Resultados del análisis de Humedad

| Muestra | Peso de la muestra (g) | % Materia seca | % H ₂ O | Peso Residual (g) | Peso perdido Agua (g) |
|-------------------------|------------------------|----------------|--------------------|-------------------|-----------------------|
| Arepa aliñada | 1.014 | 44.46 | 60.91 | 0.450 | 0.562 |
| Arepa simple | 1.008 | 39.09 | 55.4 | 0.390 | 0.607 |
| Arepa negra | 1.039 | 37.02 | 62.98 | 0.385 | 0.654 |
| Panela | 0.999 | 92.96 | 7.04 | 0.925 | 0.073 |
| Harina de fríjol | 1.019 | 86.4 | 13.60 | 0.881 | 0.139 |



○ **Parámetros Establecidos:**

| Muestra | Parámetros (% H₂O) |
|---------------------|--|
| Arepa simple | 54.8 |
| Arepa negra | 62.5 |
| Panela | 12.3 |

Cada uno de los parámetros mencionados anteriormente son los correspondientes para el % H₂O máximos, recomendados por el manual del instituto nacional de Bienestar Familiar (ICBF), para este tipo de alimentos.



○ **Grasa**

Tabla II. Resultados del análisis de grasa

| Muestra | Peso de la muestra (g) | Peso del vaso vacío (g) | Peso del vaso + grasa (g) | Gramos de grasa Promedio | % de Grasa Promedio |
|-------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| Arepa aliñada | 10.040 | 87.911 | 88.256 | 0.345 | 3.64 |
| Arepa simple | 10.018 | 86.826 | 86.867 | 0.041 | 0.40 |
| Arepa negra | 10.013 | 87.624 | 87.678 | 0.054 | 0.53 |
| Panela | 10.063 | 87.526 | 87.630 | 0.104 | 1.033 |
| Harina de fríjol | 10.051 | 87.981 | 87.991 | 0.01 | 0.099 |



○ **Parámetros establecidos**

| Muestra | Parámetro (% Grasa) |
|---------------------|--------------------------------|
| Arepa simple | 0.60 |
| Arepa negra | 0.5 |
| Panela | 0.1 |

Los parámetros mencionados anteriormente, son los correspondientes para el % de Grasa máximos, recomendados por el manual del **ICBF**.



- **Cenizas**

Tabla III. Resultados del análisis de cenizas

| Muestra | Peso de la muestra (g) Promedio | Peso crisol (g) Promedio | del Peso de la ceniza (g) Promedio | % cenizas Promedio |
|-------------------------|--|---------------------------------|---|---------------------------|
| Arepa aliñada | 10.025 | 91.340 | 0.09 | 0.897 |
| Arepa simple | 10.060 | 96.334 | 0.008 | 0.079 |
| Arepa negra | 10.029 | 93.482 | 0.056 | 0.55 |
| Panela | 10.017 | 20.699 | 0.041 | 0.409 |
| Harina de frijol | 10.015 | 96.348 | 0.434 | 0.726 |
| Gelatina | 10.218 | 15.585 | 0.042 | 0.411 |

- **Parámetros establecidos**

| Muestra | Parámetro (%cenizas) |
|---------------------|-----------------------------|
| Arepa simple | 0.1 |
| Arepa negra | 0.7 |
| Panela | 1.1 |
| Gelatina* | 0.6 |

*correspondiente para Gelatina de pata

Los parámetros mencionados anteriormente, son los correspondientes para el % de cenizas más probable, recomendados por el ICBF para este tipo de alimentos.



○ **Fibra**

Tabla IV. Resultados del análisis de Fibra

| Muestra | % Fibra Promedio |
|-------------------------|-------------------------|
| Arepa aliñada | 1.55 |
| Arepa simple | 1.56 |
| Arepa negra | 1.34 |
| Gelatina | 0.078 |
| Harina de fríjol | 16.127 |
| Banano 6M | 5.92 |
| Banano F-17 cb | 4.85 |
| Banano F-23 | 5.028 |

○ **Parámetros establecidos por el ICBF**

| Muestra | Parámetro (%fibra) |
|---------------------|---------------------------|
| Arepa simple | 0.5 |
| Arepa negra | 0.3 |
| Gelatina | 0.0 |



○ **Proteína**

Tabla V. Resultados del análisis de proteína

| Muestra | Peso de la muestra (g) Promedio | % Nitrógeno Promedio |
|----------------------|--|-----------------------------|
| Arepa aliñada | 2.307 | 2.94 |
| Arepa simple | 2.307 | 4.5 |
| Arepa negra | 2.304 | 7.92 |

○ **Parámetros establecidos por el ICBF(% Proteína)**

| Muestra | Parámetros |
|---------------------|-------------------|
| Arepa simple | 3.8 |
| Arepa negra | 7.2 |



- **Porcentaje de sólidos solubles, pH, Acidez valorable y actividad del agua**

Tabla VI. Resultados de los análisis de Acidez valorable, porcentaje de sólidos solubles y pH

| Muestra | % Acidez Promedio | °Brix Promedio | PH Promedio |
|----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------|
| Arepa aliñada | 0.101% | - | 6.68 |
| Arepa simple | 0.202% | - | 6.20 |
| Arepa negra | 0.302% | - | 6.17 |
| Panela | 0.588 | 95% | 5.70 |
| Gelatina | 3.96 | 42% | 4.41 |



4.2 Resultados 2, Evaluación de la calidad de un abono orgánico a base de gallinaza

○ % de Nitrógeno

Tabla VII. Resultados obtenidos de Nitrógeno

| gr. De muestra | V H ₂ SO ₄ | N H ₂ SO ₄ | Vb | % Nitrogeno |
|----------------|----------------------------------|----------------------------------|----|-------------|
| 0.502 | 0.69ml | 0.0918 | 0 | 1.104 |
| 0.500 | 0.7ml | 0.0918 | 0 | 1.125 |
| 0.500 | 0.7ml | 0.0918 | 0 | 1.125 |

% nitrógeno promedio:1.118

De acuerdo a los resultados arrojados en este tipo de análisis podemos determinar que el contenido de nitrógeno es apreciable en este tipo de abono, siendo normal ya que proviene de un tipo de estiércol con un contenido de nitrógeno relativamente alto 15Kg N/100kg estiércol). (Sanabria: 1999).

Teniendo en cuenta la norma (NTC 2235) el contenido de nitrógeno debe ser declarado si este es mayor de 1%, el abono cumple con este parámetro.

El Nitrógeno es el constituyente principal de los aminoácidos, de las proteínas y de otros compuestos en la planta. Y a esto se debe su importancia en la misma, es necesario para el ADN, ARN, las moléculas que almacenan y transfieren la información genética, así como para la fabricación de proteínas. Aunque también el exceso de este o de cualquier otra sustancia necesaria para el desarrollo normal en la planta puede causar anomalías en la misma.



○ pH

Tabla VIII. Resultados obtenidos de la determinación de pH

| Determinación | pH |
|---------------|------|
| # 1 | 7.77 |
| # 2 | 7.78 |
| # 3 | 7.77 |

pH Promedio: 7.773

Según la norma (NTC 5167) el pH en este tipo de abono debe ser mayor de 4 y menor de 9.

Los valores de pH obtenidos se encuentran dentro de este rango.

Esto es lo que hace a este tipo de abono útil para ser utilizado en la mayoría de suelos Quindianos, los cuales son de carácter medianamente ácido (5.1-6.0) . (Fuentes, 1994)

El pH puede influir en la absorción nutritiva y crecimiento de las plantas debido al efecto directo del ión H y por la influencia que ejerce en la asimilación de los nutrientes.



- **Humedad**

| Determinación | %H ₂ O |
|---------------|-------------------|
| # 1 | 20.91% |
| # 2 | 21.82% |
| # 3 | 18.72% |

Tabla IX. Determinación de Humedad

% Humedad promedio: 20.48%

Según la norma (NTC 2235), el contenido de humedad para este tipo de abonos debe ser máximo 20%.

Observándose que el abono sobrepasa este límite en una pequeña escala. Tomando en cuenta que es un producto cuyo origen (clase y procedencia) es materia orgánica se debe tener cuidado con la humedad ya que es un factor que va ligado principalmente a la descomposición de la materia orgánica, y puede verse afectada la estabilidad agronómica del abono.



○ **Aw**

Tabla X. Resultados obtenidos de la determinación de aw.

| Temperatura | Aw |
|-------------|-------|
| 25°C | 0.098 |

○ **% Cenizas**

Tabla XI. Resultados obtenidos en la determinación de cenizas

| gr. de muestra Fresca | Peso cápsula vacía (gr) | de | Peso de Cápsula + muestra Incinerada (gr) | Peso de la ceniza (gr) |
|-----------------------|-------------------------|----|---|------------------------|
| 2.000 | 11.719 | | 12.798 | 1.079 |
| 2.005 | 11.080 | | 12.189 | 1.109 |
| 2.005 | 10.068 | | 11.181 | 1.113 |

Tabla11. Determinación de cenizas



| % Perdidas por volatilización | % Cenizas |
|-------------------------------|-----------|
| 46.05 | 53.95 |
| 44.69 | 55.31 |
| 44.49 | 55.51 |

Según la norma (NTC 5167), el contenido de cenizas máximo para este tipo de abonos es 60%, siendo también la suma de las pérdidas por volatilización y las cenizas 100%.

Cumpliendo el abono evaluado con estos parámetros.

La determinación de pérdidas por volatilización es una aproximación del contenido de materia orgánica presente en el producto. No obstante es importante verificar la presencia de otros componentes volátiles provenientes principalmente de fuentes nitrogenadas.

Un contenido notable de cenizas nos indica una proporción adecuada de minerales entre los cuales se pueden encontrar el Nitrógeno, Fósforo y Azufre. Tan solo este análisis no es suficiente para determinar que estos minerales son disponibles o no para la planta, para esto sería necesario realizar análisis más especializados que nos permitan afirmarlo. (NTC 5167)



5. CONCLUSIONES

Con el trabajo realizado se alcanzaron los objetivos planteados como parte de la pasantía empresarial concluyendo que:

- ✿ Se logró a partir del desarrollo de procedimientos establecidos por el laboratorio el análisis a diferentes productos del sector agroalimentario, como apoyo a las pequeñas y medianas Empresas del departamento.
- ✿ Después de arrojados los resultados se logró verificar de acuerdo a los parámetros establecidos si el alimento se encontraba dentro de las especificaciones recomendadas por el manual del ICBF.
- ✿ Los parámetros analizados en el abono orgánico se encuentran dentro de los límites establecidos por la (NTC 2235) y la (NTC 5167). Las cuales rigen este tipo de productos.
- ✿ De los trece elementos macronutrientes corrientemente encontrados en los fertilizantes, el nitrógeno es el de mayores y más rápidos efectos. Pero este por si solo no nos permite determinar la calidad del abono orgánico, ya que el fósforo y el potasio son de suma importancia pues los tres son usados por el suelo en cantidades relativamente grandes.



- ✿ Los análisis fisicoquímicos realizados a abonos orgánicos representan beneficio socio-económico para el laboratorio, de acuerdo al aumento de la producción de este en el Quindío.
- ✿ El compostaje es un método alternativo de recuperación de recursos, siendo su principal ventaja los bajos costos operacionales además de minimizar la contaminación ambiental.
- ✿ Los análisis realizados a los abonos orgánicos son de suma importancia ya que sirven como base para crear conciencia en los agricultores, hacia la aplicación de producciones sanas, haciendo énfasis en la preparación de productos con formulaciones especiales acondicionados al análisis de suelo y requerimientos del tipo de cultivo.
- ✿ La práctica en el **SENA**, fue una experiencia de gran importancia, ya que se lograron adquirir conocimientos y experiencia en el campo laboral.



6. RECOMENDACIONES

- ✿ La finura de las partículas de la muestra previamente desengrasada, para la determinación de fibra, influye marcadamente en el resultado. Es recomendable que la muestra pase a través de una malla que tiene abertura de alrededor de 1mm^2 . Tener cuidado de que el papel filtro que se utiliza sea de calidad tal que no libere ninguna fibra de papel durante los lavados.
- ✿ Para llevar cabo el análisis de proteínas a productos tales como miel, panela o azúcar el laboratorio debe establecer un método apropiado de acuerdo a este tipo de muestra.
- ✿ cuando se este realizando el análisis de humedad se debe permitir que entre cada determinación la temperatura se estabilice (alrededor de los 40°C), así se garantiza mayor precisión en los resultados.
- ✿ Al realizar los análisis al abono orgánico para futura recomendación se debe tener en cuenta el tipo de suelo en el cual se va a utilizar y el tipo de cultivo.
- ✿ Cada vez existe una mayor demanda de productos agrícolas primarios y elaborados, obtenidos por los métodos de producción ecológica lo cual hace necesario establecer procedimientos útiles que nos permitan identificar los mismos garantizándole la



DIANA MARCELA VALENCIA ARIAS

protección a los productores y la calidad a los consumidores del producto final.

✿ El laboratorio por encontrarse en un proceso de crecimiento tiene la necesidad de implementar mayor cantidad de pruebas, para así aumentar su oferta de servicio, representando un buen beneficio económico para este. Respondiendo a las necesidades de los empresarios en el campo de aguas , panelas , licores etc . Ya que el laboratorio cuenta con los equipos y reactivos necesarios para este tipo de pruebas.



7. BIBLIOGRAFÍA

- ✿ **Dergal, S. Baudi. (1999).** *Química de los alimentos*, Longman de México: Editores S.A.
- ✿ **Fuentes, J.L. (1994).** *El suelo y los fertilizantes*. Cuarta Edición. Ediciones mundi-prensa.
- ✿ **Hart, Leslie, Fisher, Harry. (1971).** *Análisis moderno de los alimentos*. Zaragoza, España: Editorial Acribia, 1 Edición.
- ✿ **ICA. Resolución N° 00150 21 de Enero 2003.** Para efectos de la verificación de la conformidad de los fertilizantes y acondicionadores del suelo Registrados en Colombia.
- ✿ **ICONTEC- ICA, (2004).** *Compendio sobre fertilizantes en Colombia*. Bogota DC : editorial clavijo Benítez Ltda.
- ✿ **Miller, D. (2001).** *Química de Alimentos, manual de laboratorio*. Editorial Limusa Willey.
- ✿ **M.H. Gabb y W.E. Latchem. (1969).** *Manual de Soluciones de Laboratorio*. Londres : HUTCHINSON & company Publisher Ltda.



✿ **National plant food institute , (2001).** *Manual de Fertilizantes.* México DF: editorial Limusa.

✿ **(NTC 1486).** INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Normas colombianas para la presentación de trabajos de investigación. Quinta actualización. Santa Fe de Bogota DC. ICONTEC, 2003, 6-31P.

✿ **(NTC 1556).** INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Determinación Nitrógeno total por el método de kjeldahl. Primera actualización. Santa Fe de Bogota DC. ICONTEC1999-02-17.

✿ **(NTC 668).** INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Determinación Grasas Extracto Etéreo. Primera Edición. Santa fe de Bogota DC . ICONTEC, 1974 .

✿ **(NTC 440).** INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Productos alimenticios. METODOS DE ENSAYO. Santa Fe de Bogota DC . ICONTEC, 1971-02-17.

✿ **(NTC 4624).** INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. *Contenido De sólidos solubles mediante método refractometrico.* Santa Fe de Bogota DC. ICONTEC 199-06-16 .

✿ **(NTC 2235) .** INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. *Abonos orgánicos, Gallinaza y productos a base de Gallinaza.* Santa Fe de Bogota DC. ICONTEC 87-02-04.

✿ **(NTC 5167).** INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. *Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes, enmiendas, acondicionador de suelos.* Santa fe de Bogota DC. ICONTEC 2004-05.31.



✿ **Sanabria , R. (1999).** *Suelos y fertilizantes.* Bogota DC : Ediciones USTA.

Artículos de publicación electrónica:

✿ JUAN CARLOS SANCHEZ EDWARDS(2004).”Acidez Titulable y pH” Consultado Noviembre, 2004,
<http://www.alimentosnet.com.ar/trabajos/sanchezudwardz/acideztitulableph.doc>

✿ Gustavo V. BARBOSA. SALAMANCA (2004). “Water activity prediction”. Consultado Julio 2004 en
www.beekeeping.com/articulos/salamnca/actividad-agua.htm

✿ JUAN CARLOS SANCHEZ EDWARDS (2004). “análisis nutricional” . Consultado noviembre 5, 2004.
<http://www.ilustrados.com/pyblicaciones/EpyuVufAyzvydpbefh.php>.

✿ B Camargo (2004), “ Fertilización Orgánica”. Consultado Diciembre30, 2004 , en www.fira.gob.mx/boletin013-09.pdf.

✿ COAG (2004). “USO DE LOS FERTILIZANTES ORGANICOS EN agricultura”, consultado Noviembre 6 2004, en
www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/hor

DIANA MARCELA VALENCIA ARIAS



DIANA MARCELA VALENCIA ARIAS

