

Anexo C

Anexo C



Protocolo para el muestreo de la biomasa residual

INTRODUCCIÓN

Este protocolo tuvo como objeto establecer el procedimiento para la toma de muestras de la biomasa residual de los sectores agrícola, pecuario y de los residuos sólidos orgánicos urbanos. El documento se elaboró teniendo en cuenta las recomendaciones y lineamientos establecidos por el laboratorio de aguas del Centro de Estudios e Investigaciones Ambientales de la Universidad Industrial de Santander, entidad acreditada mediante Resolución número 1148 del 24 de julio de 2009, emitida por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Las recomendaciones contenidas en el protocolo de muestreo se acogieron en su totalidad para realizar la debida toma de muestra y transporte, con la cual se garantizó la representatividad de la muestra.

1. RESPONSABILIDAD DE LA APLICACIÓN DEL PROTOCOLO

El responsable de la aplicación de este procedimiento fue el profesional y auxiliar, adscrito al Ceiam, encargado de la toma de muestra de la biomasa residual.

2. UNIDAD DE MUESTREO

La unidad de muestreo se refiere al lugar donde se encuentran localizadas las muestras de biomasa residual que se recolectaron. En la página 144 se presenta un mapa de Colombia donde se indica la ubicación de los sitios

de muestreo de la biomasa residual de los sectores de estudio.

Con los sitios seleccionados se realizó la caracterización de la biomasa residual, por lo cual se asume que los resultados reflejan la composición fisicoquímica y energética promedio de las muestras analizadas. Esta suposición se consideró teniendo en cuenta los altos costos asociados que se derivarían al realizar la respectiva toma de muestra y caracterización de cada tipo de biomasa residual a nivel nacional.

2.1 UNIDAD DE MUESTREO SECTOR AGRÍCOLA

Para el sector agrícola la unidad de muestreo correspondió a los municipios en donde se localizaron los cultivos, los cuales fueron seleccionados para realizar la toma de la muestra (ver Figura 8). La unidad de muestreo se seleccionó teniendo en cuenta el área cultivada y la ubicación geográfica del cultivo.

2.2 UNIDAD DE MUESTREO SECTOR PECUARIO

En el sector pecuario los criterios empleados para definir los municipios para el muestreo fueron: a) cantidad de población animal, b) ubicación geográfica y climatológica y c) predominio del tipo de explotación. Por ejemplo, para el subsector bovino se tuvo en cuenta si los animales estaban destinados a la producción de carne, leche ó doble propósito.



Para el subsector avícola se consideró si se trataba de pollos de engorde o de gallinas ponedoras. Para el subsector porcino la selección de los municipios a muestrear se realizó teniendo en cuenta si los animales tenían o no un manejo tecnificado.

2.3 UNIDAD DE MUESTREO DEL SECTOR DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS URBANOS

Los sitios para la recolección de la muestra de residuos orgánicos fueron seleccionados con base en la población de habitantes de las ciudades y de su ubicación geográfica. La composición de la biomasa residual de los residuos orgánicos urbanos varía dependiendo del tipo de muestra y su ubicación.

La biomasa que se genera en las plazas de mercado y los centros de abasto depende de las costumbres alimenticias de la población, mientras que la composición de los residuos de poda de zonas verdes se ve influenciada por la especies de plantas utilizadas en cada ciudad.

3. TAMAÑO DE LA MUESTRA

Teniendo en cuenta el número de análisis contemplados en la caracterización fisicoquímica y energética de la biomasa residual se recogió mínimo 1,5 kg de muestra.

4. MÉTODO DE MUESTREO

Para la recolección de las muestras se siguió un protocolo de muestreo específico para cada uno de los tres sectores.

4.1 MÉTODO DE MUESTREO SECTOR AGRÍCOLA

En cada cultivo, y a partir de la información a nivel nacional sobre la localización y área sembrada, se seleccionó como unidad de muestreo la plantación o el municipio con mayor producción. Para la recolección de las muestras se realizaron las siguientes actividades:

- Inspeccionar la plantación o el sitio de almacenaje de los residuos.

- Recolectar las muestras utilizando el método de muestreo en zig-zag. Este método consiste en trazar en la zona a ser muestreada una línea imaginaria en forma de zig-zag y recolectar la muestra hasta completar la cantidad necesaria. Entre una y otra sub-muestra se consideró un determinado número de pasos como referencia, y de acuerdo a las dimensiones del sitio de disposición de los residuos y del número de sub-muestras que se requiera recolectar.

- Las muestras se colocaron dentro de bolsas plásticas, debidamente identificadas y posteriormente preservadas con hielo seco para ser trasladadas hasta el laboratorio.

4.2 MÉTODO DE MUESTREO SECTOR PECUARIO

El muestreo para este sector se realizó de acuerdo al método del zig-zag arriba descrito.

Por lo anterior, el muestreo de un establo, porqueriza o galpón de aves, estuvo conformado por el aporte de 10 -15 sub-muestras de estiércol por hectárea. Posteriormente las sub-muestras fueron homogeneizadas por el método de cuarteo, que consiste en mezclar el material para posteriormente apilarlo a la forma de un cono. Luego se comprime y se divide en cuatro partes iguales (en forma de cruz), se retiran dos cuartos opuestos y los dos restantes, que forman la nueva muestra, se vuelven a mezclar y el proceso se repite varias veces hasta obtener el tamaño apropiado de muestra.

4.2.1 Recomendaciones para el muestreo sub-sector bovino

- Usar guantes limpios para proteger las manos y la integridad de la muestra.
- Verificar la limpieza de todo el equipo de muestreo previamente a la toma de una

muestra. Utilizar siempre bolsas plásticas limpias, libres de otros tipos de residuos.

- Dividir imaginariamente el sitio de muestreo (potrero) en un cuadrado, para facilitar la aplicación de método de zig-zag.
- Recolectar muestras frescas o máximo de 72 horas de permanencia en el sitio.
- Desplazarse por el sitio (potreo) en forma de zig-zag y cada 15 o 30 pasos recolectar una sub-muestra y depositarla en un balde. Se debe remover la parte superior seca de la deyección y tomar una palada de la zona fresca.
- Luego de tener las sub-muestras en el balde (15 a 16 paladas por potrero) se mezclan hasta que sea homogénea y se toma como muestra compuesta de un kg aproximadamente. La muestra compuesta se guarda en una bolsa plástica con cierre hermético, eliminado el aire. Debe evitarse que la muestra se contamine con tierra o residuos de plantas.
- Etiquetar la bolsa con la información requerida. Mover la bolsa para homogeneizar la muestra. Empacar la bolsa dentro de otra, pero con el cierre en sentido contrario para evitar pérdidas.
- Guardar las muestras en el congelador o heladera, con hielo seco, para ser transportadas al laboratorio. Con un buen sistema de refrigeración las muestras pueden guardarse hasta por cinco días sin que sus resultados se modifiquen.

4.2.2 Recomendaciones para el muestreo del sub-sector porcino

- Usar guantes limpios para proteger las manos y la integridad de la muestra.
- Verificar la limpieza de todo el equipo de muestreo previamente a la toma de una muestra. Utilizar siempre bolsas plásticas limpias, libres de otros tipos de residuos.

- Identificar y seleccionar las porquerizas a muestrear. En las granjas tecnificadas se encuentran separados los cerdos como: lechones lactantes, pre cebo, cebo, reproductores, hembras madre y hembras gestantes, por lo que es necesario seleccionar dos porquerizas en cada una de estas categorías. En caso de las granjas no tecnificadas, los cerdos se encuentran todos en una sola porqueriza, por lo que la muestra ya está mezclada.
- Recolectar muestras frescas o máximo de 72 horas de permanencia en el sitio.
- Recoger, en cada porqueriza, una sub-muestra de aproximadamente 1,5 kg (que corresponde aproximadamente a dos paladas); removiendo la capa del estiércol y tomando la muestra de la parte fresca y en el centro.
- Mezclar en el balde las sub-muestras (cuatro paladas por categoría) hasta una homogenización completa y recolectar aproximadamente 1,5 kg. En el caso de granjas no tecnificadas, se toman tres paladas estiércol de los diferentes sitios de la porqueriza y se mezclan para conseguir la muestra compuesta.
- Guardar la muestra compuesta en una bolsa plástica de cierre hermético, eliminado el aire. Debe evitarse que la muestra se contamine con tierra o residuos de plantas.
- Etiquetar la bolsa con la información requerida. Mover la bolsa para homogeneizar la muestra. Empacar la bolsa dentro de otra, pero con el cierre en sentido contrario para evitar pérdidas.

- Guardar las muestras en el congelador o heladera, con hielo seco, para ser transportadas al laboratorio. Con un buen sistema de refrigeración las muestras pueden guardarse hasta por cinco días sin que sus resultados se modifiquen.

4.2.3 Recomendaciones para el muestreo sub-sector avícola

- Usar guantes limpios para proteger las manos y la integridad de la muestra.
- Verificar la limpieza de todo el equipo de muestreo previamente a la toma de una muestra. Utilizar siempre bolsas plásticas limpias, libres de otros tipos de residuos.
- Identificar y seleccionar cinco o seis galpones de aves que contengan excretas frescas, que no tengan aves enfermas y donde sea más representativa la muestra de la granja.
- Recolectar en cada galpón una sub-muestra de aproximadamente 1.5 kg (dos paladas) y depositarla en el balde. Las sub-muestras se deben recoger de diferentes puntos del galpón y donde las excretas se encuentren más frescas. Las sub-muestras deben ser tomadas donde se observe más profundidad. En caso de que la excreta esté apilada y fresca (no más de dos días), se toman cinco paladas de diferentes puntos y a diferentes profundidades.
- Mezclar en el balde las sub-muestras (dos paladas por galpón) hasta su homogenización completa y tomar como muestra compuesta dos kg aproximadamente. Esta es la muestra compuesta requerida para el análisis.
- Guardar la muestra compuesta en una bolsa plástica de cierre hermético, eliminado el aire. Debe evitarse que la muestra se contamine con tierra o residuos de plantas.
- Etiquetar la bolsa con la información requerida. Mover la bolsa para homogeneizar la muestra. Empacar la bolsa dentro de otra, pero con el cierre en sentido contrario para evitar pérdidas.
- Guardar la muestra en el congelador o heladera, con hielo seco, para ser transportadas al laboratorio. Con un buen

sistema de refrigeración las muestras pueden guardarse hasta por cinco días sin que sus resultados se modifiquen.

4.3 MÉTODO DE MUESTREO SECTOR DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS URBANOS

- El muestreo en el sector de los RSOU se realizó por el método de conveniencia; el cual consiste en seleccionar sitios que sean de fácil acceso. Por lo anterior, se seleccionaron los centros de abasto mayoristas y plazas de mercado que reportan la mayor generación de residuos.
- En cuanto a la muestra de residuos de poda, se recolectaron en las mismas ciudades donde se hizo el muestreo de los centros de acopio y plazas de mercado.
- No todos los centros de acopio y plazas de mercado tienen idénticos procedimientos para la recolección de los residuos, por tanto es responsabilidad del profesional encargado del muestreo asegurar que la muestra sea representativa. De igual forma, para los residuos de poda, la persona que realiza el muestreo debe garantizar que la muestra completa contenga todas las partes representativas de estos residuos, como son el tallo, la hoja y el césped.
- Para el muestreo de los residuos sólidos orgánicos urbanos se hizo una adaptación de la metodología propuesta por el Standard Test of the Composition of Unprocessed Municipal Solid Wastes, en la norma ASTM 5231-92; la cual está establecida para muestreo en camiones recolectores.

Las recomendaciones para la recolección de muestras de residuos sólidos orgánicos son:

- Si los residuos están en una única pila o montón, se debe hacer un cuarteo. A mayor tamaño de la pila, mayor número de divisiones en el cuarteo (estas pueden ir desde cuatro hasta diez). Cada una

de las secciones se vuelve a someter a cuarteo tomando sub-muestras de la parte superior externa y del interior de la pila. El proceso se repite hasta haber reducido las sub-muestras a 300 kg aproximadamente (*muestra primaria*).

- Sobre un área plana, limpia y cubierta con una lona o plástico se deposita la sub-muestra y se procede a un nuevo cuarteo. Se selecciona una sub-muestra de 150 kg, la cual conforma la *unidad de muestreo secundaria*.
- Se realiza un nuevo cuarteo y se selecciona una nueva sub-muestra de alrededor de 80 kg, que constituye la *unidad de muestreo terciaria*.
- La sub-muestra se deposita sobre la lona y se clasifica separando todos los tipos de residuos. Si el tamaño de partícula de la muestra orgánica es muy grande, se reduce su tamaño con un machete con el objeto de obtener una sub-muestra final homogénea. Posteriormente se toman sólo los orgánicos, se mezclan hasta su homogenización completa y se repite el proceso de cuarteo sucesivamente hasta llegar a obtener sub-muestras de cinco kilogramos.
- Las sub-muestras se guardan en bolsas plásticas de cierre hermético, se etiquetan registrando los datos de la persona que tomó la muestra, el tipo de muestra, la fecha de toma y el lugar donde se recolectó. Las muestras se depositan en una cava con hielo y se trasladan al laboratorio en el menor tiempo posible para evitar variaciones en sus características.
- Finalmente se deben limpiar los utensilios empleados en el muestreo.
- El muestreo de los residuos de poda de jardines se realizó siguiendo el procedimiento empleado en residuos orgánicos de plazas y centros de acopio.

5. HERRAMIENTAS Y MATERIALES PARA MUESTREO DE BIOMASA

Para la recolección de muestra de biomasa se requiere de los siguientes implementos:

- Guantes y tapabocas
- Overol que proteja el cuerpo de la persona que toma la muestra.
- Botas caña alta
- Casco para proteger la cabeza
- Pala (acero inoxidable o cromado)
- Bolsas plásticas de cierre hermético.
- Baldes
- Cava para refrigerar muestras con hielo

6. DOCUMENTACIÓN DEL MUESTREO

Durante la toma de muestra se deben de llevar los registros de interés, en especial de aquella que pueda incidir en la caracterización de la muestra, como por ejemplo tipo de abono/ alimento, condiciones físicas del lugar, clima del día del monitoreo, las condiciones de disposición de la muestra, fuentes posibles de contaminación, usos actuales de la biomasa residual, etc. En la Figura 9 se presenta un modelo de plantilla utilizado para el registro de la información realizado durante un muestreo en el sector pecuario.

La información consignada en las plantillas debe tenerse en cuenta al momento de realizar el análisis de los resultados de la caracterización del residuo.

Figura 9. Plantilla descriptiva del sitio a muestrear residuos

PLANILLA DESCRIPTIVA DEL SITIO A MUESTREAR - RA Muestra N°: 007

Fecha: VIERNES 28 MARZO 2008 VEREDA: VERSALLES
 Dirección: GRANJA BUENOS AIRES Municipio: GUADUAS Departamento: CUNDINAMARCA
 Evaluador Responsable: CLAUDIA JOHANNA SANDOVAL LOBANO
 Personal que atendió al evaluador: MARTHA DE SALOANA

1. CLASIFICACION DE GANADO:

BOVINO: Leche Doble propósito Carne

AVICOLA: Ponedoras Engorde

PORCINO: Cerdas gestantes Cerdas reemplazo Cerdos en Ceba
 Cerdos en Levante Lechones lactantes Reproductores Todos

2. CARACTERISTICAS DEL SITIO:

Cubierto Descubierta Tecnificado No Tecnificado

Observaciones: _____

3. CARACTERISTICAS DEL TERRENO:

Húmedo: Seco:

Observaciones: _____

4. TIPO DE ALIMENTACION:

Pastoreo Pasto de Corte Concentrado Suplementación Otros

Observaciones: Purina - Soja

5. USO ACTUAL DEL ESTIERCOL:

Abono Biodigestión Compostaje Alimentación Ninguna

Conoce Proyectos donde utilicen este tipo de biomasa: Sanitisan para sacarilo

Observaciones: _____

6. EN AVES TIPO DE CAMA:

Cama Cascarilla Cama Viruta Paja Jaula Otros

Observaciones Generales: Se realizó una homogenización de varios galpones. Según las indicaciones entregadas por la persona a cargo, la granja es salitre y la Juliana son de engorde, los pollos más adultos se encuentran en la granja Buenos Aires.
No hay granjas de ponedoras.