

Protocolos de Muestreo en Cultivos para Análisis de Micronutrientes

James Stangoulis y Cristina Sison, Editores



AGRADECIMIENTOS

Los protocolos de muestreo fueron desarrollados con el apoyo de los líderes de cultivos y fitomejoradores de HarvestPlus.

En particular, se reconoce por su contribución a:
Abebe Menkir (maíz), Stefania Grando (cebada),
Stephen Beebe (fríjol), Kiran Sharma (caupí),
Ashutosh Sarker (lenteja), N. K. Rai (mijo de perla),

Rose Ndango y Mark Davey (banano), Belum Reddy (sorgo),
Alfred Dixon (yuca), Bienvinido O. Juliano y Cristina Sison
(arroz), Merideth Bonierbale (papa) e Iván Ortiz Monasterio
(trigo). La prueba de los protocolos requirió análisis por parte
del Servicio de Análisis Waite.

Por su asistencia, nuestra gratitud.

NOTAS DE PRECAUCIÓN PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN

Es sabido que el fitomejoramiento es un juego de números y que la selección de los genotipos requiere de un esfuerzo considerable, tanto en el campo como en el laboratorio. Recolectar una muestra representativa y minimizar la contaminación por el suelo y el polvo durante la cosecha o por los equipos de tratamiento de pos-cosecha, plantea un considerable desafío analítico cuando se está mejorando cultivos en cuanto a sus contenidos de hierro y zinc.

Antes de utilizar los equipos, especialmente los de procesamiento para la preparación de la muestra, se debe determinar de qué material están hechos y si podrían ser una fuente de contaminación. Por ejemplo muchos molinos tienen componentes de acero inoxidable, que por lo general se cree no causan contaminación por hierro. Sin embargo, algunos aceros vienen de diversos niveles de dureza y calidad que pueden ser una fuente de contaminación. Otro ejemplo son los productos de caucho, comúnmente encontrados en varios equipos de trilla, que pueden introducir hierro y zinc exógeno.

MANEJO DEL MATERIAL RECOLECTADO

El personal que recolecta y maneja las muestras debe entender la importancia de evitar la contaminación. Las fuentes contaminantes comunes en la toma de muestras, en la manipulación de los cultivos en el campo o en el laboratorio incluyen:

- *El suelo o polvo en las manos o en los equipos.*
- *Productos para el cuidado de la piel como cremas de manos.*
- *Equipo sucio u oxidado (como los contenedores para las muestras o las cuchillas de trillado).*
- *El volcamiento de los cultivos (en caso de los cereales) que resulta con la espiga extendida en el suelo o el agua.*
- *El contacto o la mezcla accidental con otras muestras.*

MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE POS-COSECHA

No utilice ningún equipo que tenga partes oxidadas. Si no está seguro que su equipo puede causar contaminación, éste debe ser probado. Para probarlo, prepare replicas de 2 ó 3 variedades y analice el contenido de minerales de las muestras. Un alto nivel de hierro, con un consiguiente aumento de nivel de aluminio o titanio, puede indicar contaminación. Por ejemplo, si una muestra molida de arroz blanco tiene un mayor contenido de hierro que la correspondiente a una muestra de arroz integral, es probable un contaminante en el hierro del arroz blanco.

RECOLECCIÓN DE UNA MUESTRA REPRESENTATIVA

Una variabilidad genotípica inherente para el hierro y el zinc se observa entre plantas de la misma especie e incluso dentro de una misma planta. Por ejemplo, el hierro contenido en una espiga de trigo varía espacialmente; por lo tanto la necesidad de una muestra representativa que refleje verdaderamente la realidad de los valores de hierro y zinc del genotipo.

Para los granos hay 2 maneras de recolectar una muestra representativa:

- *Pile los granos uniformemente en una bandeja lavada con ácido, aplane el montón y extienda los granos en un círculo (vea la figura 1). Divida el círculo en cuatro partes iguales, aproximadamente. Descarte las 2 cuartas partes diametralmente opuestas y mezcle las otras 2 partes restantes. Repita el procedimiento hasta que la cantidad de granos se reduzca a la cantidad de muestra requerida para el experimento.*
- *Utilice divisores automáticos de acero inoxidable (comúnmente llamados divisores de muestra) para dividir los granos en dos, cuatro o más líneas, de las cuales una puede ser tomada como la muestra representativa. Repita el procedimiento de división de la muestra hasta que la cantidad se reduzca hasta la deseada para la muestra.*

Para raíces y tubérculos, el método ilustrado en la figura 1 también puede ser aplicado. Divida cada raíz o tubérculo en cuatro partes iguales, aproximadamente, y descarte los dos cuartos diametralmente opuestos. Combine los dos cuartos restantes como una muestra representativa. Para tener en cuenta la variación entre las raíces o tubérculos en la misma planta, combine las cuartas partes diametralmente opuestas de varios tubérculos o raíces de la misma planta.

ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS

En cualquier etapa del proceso de muestreo del cultivo, cuando la muestra deba ser transportada, empacada o almacenada, la importancia de etiquetar correctamente, libre de contaminantes y libre de pesticidas, no debe ser sobreestimada. Las semillas y las muestras deben ser almacenadas adecuadamente para evitar la contaminación y asegurar su integridad para el análisis.

En primer lugar, siempre etiquetar el envase de la muestra con el nombre del cultivo, el nombre de la variedad, la locación y la fecha.

Cada vez que un protocolo de muestreo requiera almacenamiento, el recipiente como cualquier equipo de tratamiento pos-cosecha, debe estar limpio y descontaminado. Las bolsas de papel y envolturas deben ser nuevas y no usadas, preferiblemente tomadas de un paquete sellado que garantice que están libres de suelo, polvo y otros contaminantes. Para la mayoría de las muestras secas hay un almacenamiento entre la preparación y el análisis, las envolturas de papel moneda No.1 son del tamaño perfecto.

Los envases de plástico, bandejas de plástico y platos de Petri, deben ser lavados con ácido a fin de garantizar su limpieza. Lavar los recipientes con agua jabonosa (i.e. Pyroneg) y luego enjuagar en agua de osmosis reversa (RO). Coloque los recipientes en solución de ácido nítrico al 10% por 24 horas y luego enjuague con agua de alta pureza, preferiblemente milliQ. Si el lavado con ácido no es posible, entonces lave con solución jabonosa y enjuague con agua de osmosis reversa, aunque ante la ausencia de lavado con ácido existe una ligera posibilidad de contaminación.

Para el almacenamiento a largo plazo, las bolitas de naftaleno pueden ser utilizadas para evitar la infestación de insectos. En tal caso, coloque las bolsas con las muestras en una caja de cartón y ponga las bolitas de naftaleno alrededor de las bolsas que contienen las muestras (no dentro de las bolsas con muestras, pues éstas no deben tocarse).

MOLIENDA

La trituración es a menudo un requisito previo para la digestión de muestras y su análisis. Por ello, debe utilizarse un molino libre de contaminantes.

Los siguientes protocolos de muestreo para cultivos de HarvestPlus, mencionan el uso de un molino Retsch con cámaras de teflón y bolas de circonio, y el triturador de IKA A10 (utilizados por muchos colaboradores de HarvestPlus). Sin embargo, estos molinos no son el único medio adecuado que existe en el mercado.

Para obtener una lista de molinos que HarvestPlus ha puesto a prueba hasta el momento (con evaluaciones de su rendimiento), póngase en contacto con el Dr. James Stangoulis

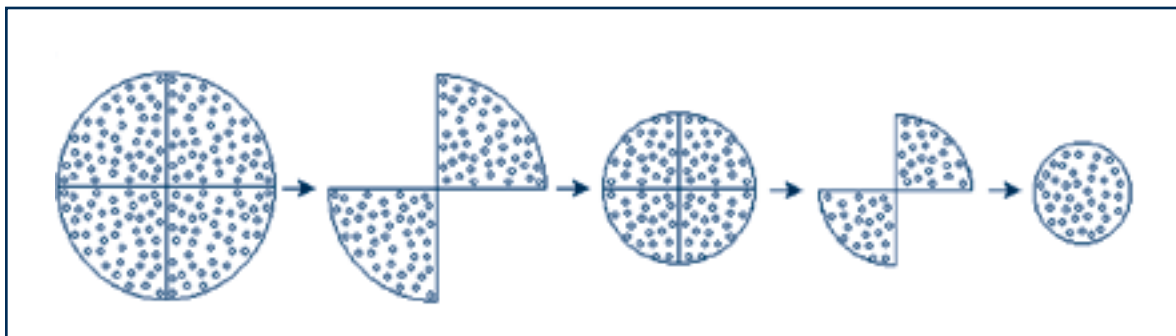


Figura 1. Recolección de una muestra representativa de raíces y tubérculos.

Para más información, contactar a:

Dr. James Stangoulis (james.stangoulis@flinders.edu.au)

PROTOCOLO DE MUESTREO PARA LA CEBADA

PROCEDIMIENTO DE CAMPO

1. Familiarice al equipo de campo con las **precauciones necesarias que puedan evitar la contaminación**.
2. Cuando la cosecha haya alcanzado su madurez, elija aleatoriamente de 10 a 20 cabezas maduras. Rompa las cabezas a mano o corte con un par de tijeras de acero inoxidable.
3. Coloque las cabezas en bolsas de papel limpio, debidamente etiquetadas.

EN EL LABORATORIO

4. Trille las espigas y las semillas a granel con las manos.
5. Pula el grano utilizando un pulidor no contaminante como el SATAKE TM-05.
6. Empaque los granos perlados en recipientes o en sobres de papel moneda No.1 limpios, nuevos y debidamente etiquetados. Almacene las muestras en lugar seco y libre de insectos hasta su análisis.

Para más información, contactar a:

Dr. Stefania Grando, HarvestPlus, líder del cultivo de cebada (s.grando@cgiar.org)

o

Dr. James Stangoulis (james.stangoulis@adelaide.edu.au)

PROTOCOLO DE MUESTREO PARA FRÍJOL

PROCEDIMIENTO DE CAMPO

1. Familiarice al equipo de campo con las **precauciones necesarias que puedan evitar la contaminación**.
2. Antes de la cosecha principal, reúna al azar aproximadamente 10 vainas bien llenas. Coloque las vainas en sobres de papel nuevo y limpio (para evitar la contaminación con polvo y tierra mientras se está desenterrando la planta y trillando en volumen).

EN EL LABORATORIO

3. Trille las vainas a mano y recoja 5 gramos de semilla. Limpie las semillas con un paño humedecido con agua de alta pureza.
4. Seque las semillas a un 7-8% de humedad (normalmente 10-12% es la humedad en semillas frescas), en un horno libre de contaminación (sin corrosión).
5. Muela 5 gramos de muestra con un molino no contaminante (por ejemplo, un molino Retsch con cámaras de teflón y bolas de circonio o un IKA A10) para evitar la contaminación del hierro y el zinc. La cantidad necesaria de muestra para el análisis por Espectroscopia de Absorción Atómica (AAS) o por Espectroscopia de Emisión de Plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) es de 0.5-0.8 gramos.
6. Empaque las muestras en recipientes plásticos o bolsas de papel nuevas y limpias, correctamente etiquetadas. Guárdelas en un lugar limpio, seco y libre de insectos hasta que estén listas para su análisis.

Para más información, contactar a:

Dr. Stephen Beebe, HarvestPlus, líder del cultivo de frijol (s.beebe@cgiar.org)

o

Dr. James Stangoulis (james.stangoulis@flinders.edu.au)

PROTOCOLO DE MUESTREO PARA CAUPÍ

PROCEDIMIENTO DE CAMPO

1. Familiarice al equipo de campo con las **precauciones necesarias que puedan evitar la contaminación**.
2. Recoja 1 kilogramo de vainas maduras de entre 5 a 10 plantas en dos filas y coloque las muestras en bolsas de papel limpias y correctamente etiquetadas.

EN EL LABORATORIO

3. Seque las muestras a 60°C en horno (sin corrosión) durante 3 días, en un recipiente limpio y libre de contaminantes.
4. Trille las vainas suavemente sobre una bandeja plástica, libre de polvo.
5. Esparza las semillas y reúna unos 10 gramos de ella. Guarde las muestras en bolsas de papel limpias y secas.
6. Muela las semillas usando un molino no contaminante como un molino **Retsch** con cámaras de teflón y bolas de circonio, o un **IKA A10**.
7. Empaque las muestras molidas en recipientes nuevos y limpios, debidamente etiquetados, o en sobres de papel moneda No. 1, y almacénelos en un lugar limpio, seco y libre de insectos hasta que estén listas para su análisis.

Para más información, contactar a:

Dr. Christian Fatokun, HarvestPlus, líder del cultivo de caupí (c.fatokun@cgiar.org)

o

Dr. James Stangoulis (james.stangoulis@flinders.edu.au)

PROTOSCOLO DE MUESTREO DE LENTEJAS

PROCEDIMIENTO DE CAMPO

1. Familiarice al equipo de campo con las **precauciones necesarias que puedan evitar la contaminación**.
2. Cuando las plantas comienzan a cambiar a una coloración amarilla y a su vez, las vainas cambian de color café a amarillo-marrón, pero aún contienen suficiente humedad para endurecer las vainas, seleccione al azar, para el muestreo, 10 plantas de lentejas en el campo. (Debido a que las vainas pueden romperse fácilmente, supervise de cerca la planta de lenteja a medida que se acerque la cosecha.). Coseche las lentejas cortándolas o guadañando. (Nota: La pasada de la guadaña no debe hacerse durante el tiempo caliente y seco del día).

EN EL LABORATORIO

3. Mantenga las muestras en un lugar seco para reducir el contenido de humedad en alrededor de un 14% antes de la trilla. Si es necesario, seque las lentejas en secadores de aire caliente, a no más de 43°C, para reducir al mínimo el agrietamiento de las semillas. El secado al aire natural tiene ventajas sobre la de aire caliente, pero es necesario diseñar un buen sistema. Independientemente del método de secado, se requiere un buen flujo de aire a través de la semilla, lo que generalmente significa que deben utilizarse capas delgadas de ella en este proceso.
4. Trille las lentejas. Si utiliza una trilladora comercial y quiere evitar las grietas, utilice el cilindro a una velocidad más lenta y coloque los cóncavos de manera más amplia que para la cosecha. El viento inicial y la configuración de tamiz para el trigo pueden ser utilizados. Para evitar la contaminación, asegúrese que las partes de la trilladora que puedan entrar en contacto con la muestra estén libres de moho (oxidación).
5. Limpie las semillas de cualquier materia extraña. Extraiga una muestra representativa de aproximadamente 5 gramos (refiérase a recolección de una muestra representativa en la Figura 1 de las **notas de precaución para evitar la contaminación**). Empaque las muestras en recipientes limpios, nuevos, etiquetados correctamente, o en envolturas de papel moneda No. 1, y guárdelas en un área limpia, seca y libre de insectos hasta que estén listas para su análisis.

Para más información, contactar a:

Dr. Ashutosh Sarker, HarvestPlus, líder del cultivo de lentejas (a.sarker@cgiar.org)

o

Dr. James Stangoulis (james.stangoulis@flinders.edu.au)

PROTOCOLO DE MUESTREO DE MAÍZ

PROCEDIMIENTO DE CAMPO

1. Familiarice al equipo de campo con las **precauciones necesarias que puedan evitar la contaminación**.
2. Antes de la cosecha, cubra las mazorcas con bolsas de papel limpio para evitar la contaminación de hierro del polvo o del suelo, (por ejemplo, si la planta se vuelca durante una tormenta severa).
3. Después que la cosecha alcance la madurez fisiológica (80 a 120 días después de la siembra), recoja suficientes mazorcas para obtener una muestra representativa. Para variedades de polinización libre, cosechar 100 mazorcas, seleccionadas al azar y tomando de cada surco. Para las líneas puras (autopolinizadas), cosechar 3 a 10 mazorcas buenas y trillarlas juntas.

EN EL LABORATORIO

4. Remueva la cáscara de cada mazorca manualmente, utilizando un instrumento limpio como un cuchillo de acero inoxidable o un palo de plástico.
5. Almacene las mazorcas sin cáscara en una cesta cubierta (o una bolsa plástica utilizada únicamente para este propósito).
6. Coloque las mazorcas sin cáscara en bandejas plásticas para su secado. (Si se utilizan bandejas de madera, debe prevenir la contaminación al colocar las mazorcas sin cáscara directamente, utilizando bolsas de papel marrón antes de colocar las muestras en las bandejas). Seque las muestras a 40°C durante 5 días en un horno limpio, libre de contaminantes y sin corrosión. (Los hornos utilizados para secar las muestras a las que se hará el análisis de hierro, no deben utilizarse para secar otras muestras, como de tejidos finos del suelo y de la raíz, pues pueden dejar residuos contaminantes en el horno).
7. Desgrane las mazorcas sin cáscara, con las manos limpias o con guantes de caucho libre de contaminantes. Coloque los granos en una bandeja plástica limpia y mezclar completamente. Recolecte una muestra representativa de aproximadamente 250 g (Refiérase a recolección de una muestra en las **notas de precaución para evitar la contaminación**).
8. Muela los granos finamente (Los granos deben pasar a través de un tamiz de malla 30) utilizando un molino no contaminante (Por ejemplo, un molino Retsch con cámaras de teflón y bolas de circonio o un IKA A10).
9. Recoja una submuestra de 25 gramos para el análisis. Empaque las muestras en recipientes limpios o bolsas de papel marrón nuevas, debidamente etiquetadas y guárdelas en un lugar limpio, seco y libre de insectos hasta que estén listas para su análisis.

Para más información, contactar a:

Dr. Kevin Pixley, HarvestPlus, líder del cultivo de maíz (k.pixley@cgiar.org)

o

Dr. James Stangoulis (james.stangoulis@flinders.edu.au)

PROTOCOLO DE MUESTREO DEL MIJO DE PERLA

PROCEDIMIENTO DE CAMPO

1. Familiarice al equipo de campo con las **precauciones necesarias que puedan evitar la contaminación**.
2. Para obtener una verdadera muestra representativa, haga cruces entre hermanas, través de polinización manual, con polen recogido de una muestra de 50 a 60 plantas. Cruce en 20 plantas de la misma especie. Cuando las panículas se desarrollen, cubra con bolsas de papel limpias para reducir la exposición al polvo.
3. Cuando las plantas cruzadas entre hermanas hayan alcanzado la madurez fisiológica (85-90 días después de la siembra), coseche las panículas y colóquelas en bolsas de papel marrón o en recipientes limpios.

EN EL LABORATORIO

4. Seque las panículas en sus bolsas de papel, en un recipiente limpio, seco, a plena luz del sol.
5. Elimine los granos de las panículas con una trilladora.
6. Limpie manualmente las semillas de cualquier residuo de la panícula.
7. Extraiga una muestra representativa de 100 gramos del grano para el análisis (Utilizar un separador de muestra, si hay disponible. Si no, refiérase a: **Recogiendo una muestra representativa y a la figura 1 en las notas de precaución para evitar la contaminación**). Empaque las muestras en sobres limpios, nuevos y etiquetados correctamente, o en sobres de papel moneda No. 1, y guárdelas en un lugar limpio, seco y libre de insectos hasta que estén listas para su análisis.

Para mas información, contactar a:

Dr. K. N. Rai, HarvestPlus, líder del cultivo de mijo perlado (k.rai@cgiar.org)

o

Dr. James Stangoulis (james.stangoulis@flinders.edu.au)

PROTOCOLO DE MUESTREO DE PLÁTANO Y BANANO

PROCEDIMIENTO DE CAMPO

1. Familiarice al equipo de campo con las **precauciones necesarias que puedan evitar la contaminación**.
2. Coseche tres frutos maduros de 3 ramas del árbol que estén situados en la parte alta, media y baja del racimo. Haga esto a los 3 ó 4 meses después de la floración, cuando el ápice distal de la fruta o de la hoja esté seca o cuando haya una formación robusta del fruto.

EN EL LABORATORIO

3. Pele el plátano o banano usando un cuchillo de acero inoxidable, limpio.
4. Corte el plátano o banano longitudinal y luego transversalmente. Desechar dos cuartos diametralmente opuestos. Combine las dos partes restantes como la muestra representativa. (Consulte **Recolección de una muestra representativa en la Figura 1 de las Notas de precaución para evitar la contaminación**, para un ejemplo de cómo se hace esto). Combine las muestras de cada racimo (seis cuartos en total).
5. Coloque las piezas recogidas de la fruta en una caja petri limpia, lavada con ácido y rotulada correctamente. Seque las muestras por 3 días a 60°C, en un horno libre de contaminación (corrosión).
6. Muela finamente los frutos secos en un molino no contaminante.
7. Empaque las muestras en recipientes limpios, nuevos, etiquetados correctamente, o en envolturas de papel moneda No. 1, y almacénelos en un área limpia, seca y libre de insectos hasta que estén listas para su análisis.

Para mayor información, contactar a:

Dr. Abdou Tenkouano, HarvestPlus, líder de cultivo de banano(a.tenkouano@cgiar.org)

o

Dr. James Stangoulis (james.stangoulis@flinders.edu.au)

Este protocolo fue adaptado del siguiente documento:

Mark W. Davey, Ellen Stals, Gérard Ngoh-Newilah, Kodjo Tomekpe, Charlotte Lusty, Richard Markham, Rony Swennen and Johan Keulemans (2007). Sampling Strategies and Variability in Fruit Pulp Micronutrient Contents of West and Central African Bananas and Plantains (Musa Species). Journal of Agricultural and Food Chemistry 55 (7), 2633 -2644.

PROTOCOLO DE MUESTREO DE ARROZ

PROCEDIMIENTO DE CAMPO

1. Familiarice al equipo de campo con las **precauciones necesarias que puedan evitar la contaminación**.
2. Coseche las panículas manualmente (120 días después de la siembra), sólo de plantas verticales y no caídas.

EN EL LABORATORIO^a

3. Trille manualmente las panículas y coloque el grano fresco en bolsas de papel marrón, limpias y etiquetadas correctamente.
4. Seque el arroz en un horno a 35-45°C durante un máximo de 3 días para lograr un contenido de humedad de 12-14% (para minimizar la rotura de grano o fisuras, evitar el sobresecado y monitorear periódicamente el contenido de humedad de las muestras). Deje equilibrar el grano seco durante 3 días. Para obtener óptimos rendimientos de molienda, después del secado, almacene el arroz en sacos o bolsas limpias por lo menos 2 meses después de la cosecha.
5. Extraiga una muestra representativa de 50 a 120 gramos de arroz (refiérase a la recogida de una muestra representativa en la Figura 1 de **Notas de precaución para evitar la contaminación**), dependiendo de qué molino se va a utilizar.
6. A la fecha, no se ha detectado un descascarador que no contamine una muestra. Dos alternativas pueden ser utilizadas para quitar la cáscara del grano paddy^b:
 - *Elimine manualmente las cáscaras con pinzas recubiertas de teflón.*
 - *Reemplace los compuestos contaminantes del descascarador SATAKE JUE-35A con compuestos no contaminantes de PVC (Contactarse con el Dr Stangoulis para más detalles sobre este producto) y luego descascare los granos.*
7. Los siguientes molinos^c fueron sometidos a prueba por el Instituto Internacional de Investigación del arroz (IRRI). Pueden ser usados para moler grandes cantidades (>70 gramos) de arroz integral:
 - **El MacGill No. 2** molino tipo- fricción o Grainman No. 6o (Grain Machinery Mfg Corp, Hialeah, FL, EE.UU.) requiere 120 gramos de arroz y producirá alrededor de 6o gramos de arroz, dependiendo de la calidad de los granos y el contenido de humedad, antes de la molienda.
 - **El SATAKE TM-05** (abrasivos) molino con abrasivo de malla # 36 requiere por lo menos 50 gramos de arroz para lograr un grado de molienda y de calidad similar al producido por el molino Grainman.

- *La modificación hecha en Brasil al descascarador y pulidor de arroz **Suzuki** puede moler una muestra tan pequeña como de 10 gramos. (Contacte con el Dr. Barry para más detalles sobre este molino).*
 - *Una modificación en el molino **Kett** puede tomar pequeñas cantidades de muestra menores a 10 g. (Contacte con el Dr. Stangoulis para más detalles).*
8. Recoger de 2 a 5 gramos de arroz blanco. Empaque las muestras en recipientes limpios, nuevos, etiquetados correctamente, o en envolturas de papel moneda No. 1. Guárdelas en un lugar fresco (20°C), seco y libre de insectos hasta que esté listo para su análisis.

Para más información, contactar a:

Dr. Gerard Barry, HarvestPlus, líder de cultivos de arroz (g.barry@cgiar.org)

o

Dr. James Stangoulis (james.stangoulis@flinders.edu.au)

^a Este protocolo de muestreo fue adaptado de un manual elaborado por el profesor Bienvenido O. Juliano para el Proyecto: Cultivo de arroz para una Mejor Nutrición de hierro, del Banco de Desarrollo de Micronutrientes de Asia. El manual puede obtenerse a través del Dr. Stangoulis o del Dr. Barry.

^b Evite cualquier contaminación con suelo, vaina o salvado y evite tocar el arroz con las manos. Si es necesario, utilice guantes de plástico libres de polvo. No use guantes de goma.

^c Limpie el molino a fondo después de cada muestra.

PROTOCOLO DE MUESTREO PARA SORGO

PROCEDIMIENTO DE CAMPO

1. Familiarice al equipo de campo con las **precauciones necesarias que puedan evitar la contaminación**.
2. Una vez los cultivos alcancen su madurez, elegir entre 10 y 20 plántulas al azar. Corte los tallos secos con las manos o con unas tijeras de acero inoxidable y colóquelos en una bolsa de papel limpia, debidamente etiquetada y sellada.

EN EL LABORATORIO

3. Trille manualmente los respectivos tallos, en un lugar limpio.
4. Seleccione los granos.
5. Limpie el polvo de los granos con un paño limpio, si es necesario.
6. Empaque los granos limpios en recipientes plásticos o en sobres de papel moneda No. 1, debidamente etiquetados. Almacene las muestras en un lugar limpio, seco y libre de insectos hasta que esté listo para su análisis.

Para más información, contactar a:

Dr. Belum Reddy, HarvestPlus, líder del cultivo de sorgo (b.reddy@cgiar.org)

o

Dr. James Stangoulis (james.stangoulis@flinders.edu.au)

PROTOCOLO DE MUESTREO DE TUBÉRCULOS Y RAÍCES (PAPA Y CAMOTE)

PROCEDIMIENTO DE CAMPO

1. Familiarice al equipo de campo con las **precauciones necesarias que puedan evitar la contaminación**.
2. Reúna 30 tubérculos de mediano tamaño, escogidos aleatoriamente por genotipo, de diferentes plantas que estén en el mismo campo.

EN EL LABORATORIO

Preparar tres muestras compuestas, por genotipo:

3. Lave los tubérculos con agua del grifo
4. Pele las raíces y enjuague con agua deionizada.
5. Seque los tubérculos con toallas de papel. Pele y corte rebanadas de cada tubérculo longitudinalmente, de los lados y del centro, con una rebanadora de hoja de acero inoxidable. Mezcle las rebanadas manualmente y tome una muestra de 50 gramos. O refiérase a la recogida de una muestra representativa (figura 1) **en las notas de precaución para evitar la contaminación**: Divida cada raíz o tubérculo en cuatro partes iguales aproximadamente, deseche dos cuartas partes diametralmente opuestas, y combine los restantes como una muestra representativa. (Para tener en cuenta la variación entre las raíces o tubérculos en la misma planta, combinar las cuartas partes diametralmente opuestas de varios tubérculos o raíces de la misma planta).
6. Corte estas rebanadas en pedazos más pequeños.
7. Coloque la muestra en un envase de plástico o un recipiente limpio de Petri. Secar la muestra en un horno a 60°C en un período mínimo de 24 horas.
8. Muela las muestras secas en un molino no contaminante (como un molino Retsch con las cámaras de teflón y bolas de circonio, o un IKA A10).
9. Empaque las muestras en recipientes en envases plásticos, nuevos y limpios, etiquetados correctamente con el nombre de la variedad. Almacene en un lugar seco hasta que estén listas para su análisis.

Para más información, contactar a:

Dr. Regina Kapinga, HarvestPlus, líder del cultivo de batata (r.kapinga@cgiar.org)

o

Dr. Merideth Bonierbale, HarvestPlus, líder del cultivo de papa (m.bonierbale@cgiar.org)

PROTOCOLO DE MUESTREO DE YUCA Y ÑAME

PROCEDIMIENTO DE CAMPO

1. Familiarice al equipo de campo con las **precauciones necesarias que puedan evitar la contaminación**.
2. Recoja cuatro a cinco raíces de tres plantas, de cada variedad.

EN EL LABORATORIO

3. Lave las raíces con agua del grifo.
4. Pele las raíces y enjuague con agua deionizada.
5. Corte rebanadas de las partes lateral, central y próxima a cada raíz. Mezcle manualmente las rodajas y recoja una muestra de 50 gramos.
6. Corte las rebanadas en pedazos más pequeños.
7. Coloque la muestra en un recipiente limpio de plástico o cápsula de Petri. Seque la muestra en un horno a 60°C, por lo menos durante 24 horas.
8. Muela la muestra seca en un molino no contaminante (como un molino Retsch con cámaras teflón y bolas de circonio o en IKA A10).
9. Empaque la muestra en un recipiente plástico limpio y lavado con ácido. Coloque la etiqueta con el nombre de la variedad y almacene a temperatura ambiente.

Para más información, contactar a:

Dr. Hernán Ceballos, HarvestPlus, líder del cultivo de yuca (h.cebалlos@cgiar.org)

o

Dr. James Stangoulis (james.stangoulis@flinders.edu.au)

PROTOCOLO DE MUESTREO PARA TRIGO

PROCEDIMIENTO DE CAMPO

1. Familiarice al equipo de campo con las **precauciones necesarias que puedan evitar la contaminación**.
2. Extraiga una muestra representativa, alrededor de 250 gramos, si la cosecha es a granel, o de 10 grupos seleccionados al azar antes de la cosecha principal, si los granos son cosechados de una pequeña parcela. Coloque las muestras en bolsas de papel nuevas y limpias, debidamente etiquetadas para evitar la contaminación con el polvo y el suelo.

EN EL LABORATORIO

3. Trille a mano (no utilice tabla de trillar con recubrimiento de caucho, pues podría contaminar la muestra) y almacene las semillas en bolsas de papel nuevas y limpias.
4. Pase los granos a través de un filtro de aire para eliminar los materiales extraños que estén en la muestra.
5. Divida las muestras para obtener 10 gramos de la misma y elimine manualmente cualquier partícula visible del suelo. Coloque la muestra resultante en bolsas de papel limpias, de color marrón.
6. En las zonas donde es un problema el **fungosis de karnal**, deje secar los granos en un horno limpio, a 75°C durante 48 horas, para destruir las esporas. Luego lave las semillas con agua de alta pureza y deje secar nuevamente en el horno durante 24 horas.
7. Para análisis en ICP, recoja 5 gramos de muestra de granos enteros. Para análisis en absorción atómica, moler 5 gramos de granos en un molino no contaminante (como un molino Retsch con las cámaras de teflón y bolas de circonio o un IKA A10) y recoja 0,5 gramos de muestra de harina de trigo. Empaque las muestras en recipientes nuevos y limpios, etiquetados correctamente, y almacene en un lugar seco hasta que esté listo para su análisis.

Para más información, contactar a:

Dr. Iván Ortiz-Monasterio, HarvestPlus, líder del cultivo de trigo (i.ortiz-monasterio@cgiar.org)
o
Dr. James Stangoulis (james.stangoulis@flinders.edu.au)



MONOGRAFÍA TÉCNICA

Las monografías técnicas HarvestPlus están diseñadas para proporcionar un foro a los resultados de la investigación HarvestPlus.

Las monografías técnicas pueden ser de dos tipos:

- El estado de la técnica de evaluación que ayuda a establecer y definir cuestiones de investigación de HarvestPlus o
- Las reglas de oro de los procedimientos que deben seguirse en la investigación de HarvestPlus.

Las Monografías Técnicas HarvestPlus están escritas por reconocidos expertos en la materia y son revisados externamente antes de su publicación.

Traducido al español por: Dayron E. Gutiérrez
Editado y revisado por: Marlene Rosero Pabón
Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

Protocolos de Muestreo en Cultivos para Análisis de Micronutrientes.

Washington, DC y Cali:
International Food Policy Research Institute (IFPRI) y
Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

HarvestPlus Derecho de Autor, 2008

- Notas de precaución para evitar la contaminación
- Protocolo de muestreo para sorgo
- Protocolo de muestreo para trigo
- Protocolo de muestreo de tubérculos y raíces
- Protocolo de muestreo del mijo de perla
- Protocolo de muestreo de arroz
- Protocolo de muestreo de lentejas
- Protocolo de muestreo de maíz
- Protocolo de muestreo de plátano y banano
- Protocolo de muestreo en yuca y ñame
- Protocolo de muestreo para caupí
- Protocolo de muestreo para la cebada
- Protocolo de muestreo para fríjol



HarvestPlus

Breeding Crops
for Better Nutrition

c/o International Food Policy Research Institute
2033 K Street, NW, Washington, DC 20006-1002 USA
Phone: 1-202-862-5600 • Fax: 1-202-467-4439 • HarvestPlus@cgiar.org