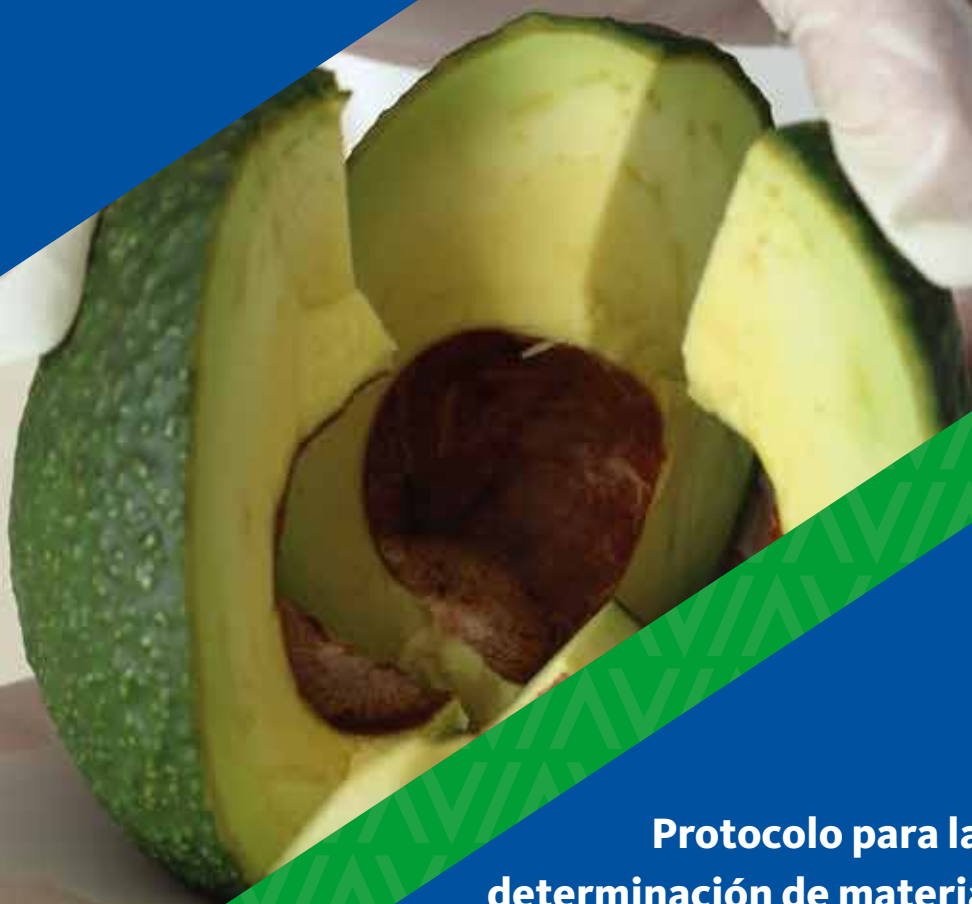


AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Colección Transformación del Agro



Protocolo para la determinación de materia seca de frutos de aguacate (*Persea americana* Mill. cv. Hass) con horno microondas

Camilo Ernesto Astudillo Ordoñez
Pablo Emilio Rodríguez Fonseca



El campo
es de todos

Minagricultura



Protocolo para la determinación de materia seca de frutos de aguacate (*Persea americana* Mill. cv. Hass) con horno microondas

Camilo Ernesto Astudillo Ordoñez

Estudiante de pregrado de Ingeniería Agroindustrial,
Universidad Nacional de Colombia (sede Palmira)

Pablo Emilio Rodríguez Fonseca

Investigador PhD, Red de Frutales,
Centro de Investigación La Selva Agrosavia
prodriguezf@agrosavia.co

Mosquera, Colombia 2019

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Astudillo, Camilo

Protocolo para la determinación de materia seca de frutos de aguacate (*Persea americana* Mill. cv. Hass) con horno microondas / Camilo Astudillo y Pablo Emilio Rodríguez Fonseca -- Mosquera, (Colombia) : AGROSAVIA, 2019.

16 páginas (Colección Transformación del Agro)

Incluye referencias bibliográficas, tablas y fotos

ISBN (e): 978-958-740-288-9

1. Aguacate 2. *Persea americana* 3. Contenido de materia seca 4. Secado 5. Tratamiento por microondas 6. Muestreo I. Rodríguez Fonseca, Pablo Emilio

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agrovoc
Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA
Centro de Investigación La Selva, kilómetro 7,
vía a Las Palmas, vereda Llano Grande, Antioquia.
Código postal 054048, Colombia.

Esta publicación es resultado del macroproyecto de "Desarrollo tecnológico, productivo y comercial, del aguacate en el departamento de Antioquia", Convenio Especial de Cooperación para la Investigación N.º 4600001078, suscrito entre el departamento de Antioquia-Secretaría de Agricultura, y la Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín). Acta de Adhesión N.º 2 "Índices cosecha y poscosecha para aguacate cv. Hass en Antioquia: cumplimiento de normas y requisitos demandados por los mercados internacionales", en la que participaron la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) y Corpoaguacate.

Colección: Transformación del Agro

Impreso en Bogotá, Colombia, junio de 2019
Printed in Bogota, Colombia

Publicado: Junio de 2019

Preparación editorial

Editorial AGROSAVIA

editorial@agrosavia.co

Editora: Liliana Gaona García

Corrección de estilo: Jorge Enrique Beltrán Vargas

Fotos: Camilo Astudillo

Diagramación: Oficina Asesora de Comunicaciones,
Identidad y Relaciones Corporativas, AGROSAVIA

Nota: A partir de mayo de 2018, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria cambió su acrónimo Corpoica por AGROSAVIA

Citación sugerida: Astudillo, C., & Rodríguez Fonseca, P. E. (2019). *Protocolo para la determinación de materia seca de frutos de aguacate (Persea americana Mill. cv. Hass) con horno microondas*. Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente: 018000121515
atencionalcliente@agrosavia.co
<http://www.agrosavia.co/>



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Contenido

Introducción	5
Alcance	7
Materiales y equipos	7
Preparación de la muestra	8
Acondicionamiento del horno microondas	10
Peso de la muestra (Pm)	12
Secado (deshidratación) en microondas	13
Cálculos y determinación de materia seca	14
Referencias	15

Lista de figuras

Figura 1.	Bolsas <i>kraft</i> cortadas y marcadas	7
Figura 2.	Corte longitudinal	8
Figura 3.	Selección de cuartos opuestos	9
Figura 4.	Separación del tegumento	9
Figura 5.	Separación de la cáscara de la pulpa	9
Figura 6.	Corte en cuadros de la muestra	10
Figura 7.	Licuado y depósito de la muestra	10
Figura 8.	Bolsas <i>kraft</i> en el horno microondas	11
Figura 9.	Bolsa de papel pesada	11
Figura 10.	Balanza puesta en ceros	12
Figura 11.	Adición de 5 g de muestra	12
Figura 12.	Ingreso de las bolsas de papel al equipo	13
Figura 13.	Muestras deshidratadas (izquierda: muestra en fresco o húmeda; derecha: muestra deshidratada por completo)	13

Introducción

En este folleto se presenta la metodología para determinar el contenido de materia seca (MS) en aguacate (*Persea americana* Mill. cv. Hass) por medio de la deshidratación con horno microondas. Este método puede ser de aplicación en fincas o empresas empacadoras que realicen un seguimiento de MS de los frutos y (junto con el sistema de estimación de tiempos de cosecha) le puede brindar al productor herramientas prácticas y confiables en la toma de decisiones sobre el momento de cosecha.

La materia seca son los sólidos que quedan después de la deshidratación de la pulpa de aguacate (técnicamente, se busca extraer toda el agua libre posible de la muestra). Este secado o deshidratación puede realizarse usando un horno microondas o convencional (Woolf et al., 2003), pues los métodos que emplean secado con hornos conectivos pueden tardar al menos 6 horas, a 105 °C, para deshidratar la muestra y, además, con un costo considerable, lo cual limita su uso en campo. Por tal motivo, se recomienda el horno microondas, dado su amplio uso, su fácil acceso y la practicidad que ha mostrado en la determinación de MS a nivel internacional (Waissbluth & Valenzuela, 2007; Woolf et al., 2003). En este protocolo se hacen ajustes para que la precisión del método sea similar al método oficial N.º 963.15 (American Organization of Analytical Chemists [AOAC], 2005).

Se sugiere que el productor tome muestras que sean representativas de la finca. Se puede seguir la metodología empleada en Chile y Nueva Zelanda, en la cual se selecciona una muestra de diez frutos elegidos al azar de árboles con un nivel de carga frutal normal a alta que corresponda a un sector o bloque homogéneo. La superficie de cultivo para toma de muestra no debe ser mayor a 10 ha. Si el sector a muestrear tiene, por ejemplo, 14 ha, se toman 20 frutos (2 muestras); si tiene 23 ha, se toman 30 frutos, y así sucesivamente (Waissbluth & Valenzuela, 2007).



Alcance

El protocolo describe el procedimiento de análisis de materia seca con el uso de horno microondas. El objetivo del documento es servir de guía para que los productores tengan un método común de trabajo. De esta manera, podrán contar con datos más precisos y con mayor reproducibilidad, lo cual beneficiará la cadena para la toma de decisiones al momento de la cosecha.

Materiales y equipos

- Horno microondas (MO)
- Cuchillo
- Licuadora
- Peladora de cáscaras
- Bolsas de papel *kraft* de 10×15 cm (para optimizar el uso del MO se recomienda cortar la parte superior de la bolsa, como se muestra en la figura 1)
- Balanza (precisión entre 0,01-0,001 g)



Figura 1. Bolsas *kraft* cortadas y marcadas.

En términos generales, los tiempos para el secado de las muestras depende del MO, así como del ajuste de potencia. En la realización de este protocolo, se usó un MO Assento HM 1.1 Grill Inox, con potencia de salida de 1.000 W. Si se planea utilizar un equipo con diferentes condiciones a las mencionadas, es necesario realizar ensayos preliminares para ajustar y estandarizar los tiempos, a fin de evitar que las muestras se incineren por estar prolongadamente en el MO.

Para evitar confusiones con las muestras se recomienda codificar cada bolsa con el número del lote de muestreo, fruto y repetición (este último en caso de hacer varias medidas sobre un mismo aguacate).

Preparación de la muestra

- Con ayuda del cuchillo, corte el fruto longitudinalmente y déjelo en cuartos (figura 2). Retire la semilla y seguidamente seleccione dos cuartos que sean opuestos entre sí (figura 3). En caso de ser pequeño (menor a 120 gramos), se recomienda seleccionar el fruto completo.



Figura 2. Corte longitudinal.



Figura 3. Selección de cuartos opuestos.

- Retire el tegumento (episperma papiráceo) y elimine la cáscara de los cuartos seleccionados (figuras 4 y 5); se recomienda usar el pelador.



Figura 4. Separación del tegumento.



Figura 5. Separación de la cáscara de la pulpa.

- Corte la muestra en cuadros pequeños, de aproximadamente $1\text{ cm} \times 1\text{ cm}$ (figura 6). Licúela y deposítela en un recipiente seco (figura 7).



Figura 6. Corte en cuadros de la muestra.



Figura 7. Licuado y depósito de la muestra.

Acondicionamiento del horno microondas

Si el microondas se encuentra apagado o sin uso durante un tiempo mayor a una hora, se debe colocar en funcionamiento con el fin de precalentar. Para ello, encienda e inicie el MO durante 5-7 minutos sin ninguna muestra, para que adquiera unas condiciones buenas de trabajo y evitar así sesgos en las medidas.

Adecuación y peso de las bolsas de papel (Pt)

Es importante remover el exceso de humedad que puedan contener las bolsas de papel, por tal motivo es necesario realizar un acondicionamiento previo de estas. Para ello, coloque las que se necesiten o el máximo que se pueda ingresar en el horno (6-8 bolsas de papel por lo general) (figura 8) y proceda a secarlas durante un minuto. Seguidamente retire una a una las bolsas de papel del equipo, pese en la balanza (figura 9) y registre los datos obtenidos. Si requiere utilizar un número de bolsas de papel mayor al permitido en el equipo, entonces repita el anterior proceso hasta que tenga la cantidad necesaria.



Figura 8. Bolsas *kraft* en el horno microondas.



Figura 9. Bolsa de papel pesada.

Se recomienda pesar una a una las bolsas de papel para evitar la ganancia de peso por la humedad. Cuando ya estén pesadas, se pueden dejar al ambiente; en ese momento no importa si adquieren humedad, ya que esta será removida de nuevo cuando se vuelvan a secar.

Peso de la muestra (P_m)

Coloque una bolsa de papel vacía (acondicionada y pesada previamente) en la balanza y ponga esta última en ceros (figura 10). Agregue $5 \pm 0,05$ g de muestra (figura 11) y registre el peso húmedo de muestra (P_m). Repita este paso si tiene varias muestras.



Figura 10. Balanza puesta en ceros.



Figura 11. Adición de 5 g de muestra.

Secado (deshidratación) en microondas

Introduzca las bolsas de papel en el microondas (figura 12) (la cantidad depende de la capacidad de este, como ya se mencionó arriba). Deshidrate durante cinco minutos en el MO. Retire y pese una bolsa de papel a la vez directamente en la balanza. Nuevamente, introduzca las muestras en el horno durante dos minutos y pese. Repita esta operación hasta obtener un peso constante o hasta que la diferencia entre los dos últimos pesos en cada bolsa de papel no sea mayor a 0,03 g. Por último, promedie los dos últimos pesos de la muestra seca (Ps). En la figura 13 se muestra el resultado del procedimiento.



Figura 12. Ingreso de las bolsas de papel al equipo.



Figura 13. Muestras deshidratadas (izquierda: muestra en fresco o húmeda; derecha: muestra deshidratada por completo).

Cabe mencionar que, en general, el proceso tarda de 10-15 minutos, y se pueden procesar de 6-8 frutos por ciclo, según la capacidad del equipo y el tamaño de las bolsas de papel a ingresar en él.

No se deben tocar de manera directa las muestras al colocar y retirar del microondas, pues la grasa de las manos del analista puede cambiar los pesos; para evitar esto se recomienda el uso de guantes preferiblemente de nitrilo.

Cálculos y determinación de materia seca

El porcentaje de materia seca (MS), expresado como gramos de sólidos en 100 g de aguacate, se obtiene con la aplicación de la fórmula siguiente:

$$MS (\%) = \frac{Ps - Pt}{Pm} \times 100$$

Donde:

Pm = peso de la muestra húmeda

Pt = peso de la bolsa de papel seca

Ps = peso de la bolsa de papel y la muestra seca

Si efectúa el procedimiento por duplicado, el resultado final será la media aritmética (o promedio) de las dos determinaciones. En este caso, se debe tener en cuenta que la diferencia entre las dos no exceda de 0,5 unidades de ms. De ser así, se recomienda rechazar ambos resultados y realizar dos nuevas determinaciones. Por último, se recomienda usar una hoja de cálculo (Excel) para hacer las operaciones automáticamente.

Referencias

- American Organization of Analytical Chemists (AOAC). (2005). *Official method 963.15. Fat in cacao products Soxhlet extraction method* (18th ed.). Gaithersburg, EE. UU.: Autor.
- Waissbluth, R., & Valenzuela, J. (2007). *Determinación del porcentaje mínimo de materia seca para autorizar la cosecha de paltas cv. Hass para ser exportadas*. Documento presentado en el VI Congreso Mundial del Aguacate. Viña Del Mar, Chile.
- Woolf, A., Clark, C., Terander, E., Phetsomphou, V., Hofshi, R., Lu, A. M., ... White, A. (2003). Measuring avocado maturity: Ongoing developments. *The orchardist*, 76, 40-45.



**Protocolo para la
determinación de materia seca de
frutos de aguacate (*Persea americana*
Mill. cv. Hass) con horno microondas**

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

www.agrosavia.co



GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA



PIENSA EN GRANDE



GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA
República de Colombia



Sistema General de Regalías

Desarrollo tecnológico,
productivo y comercial
DEL AGUACATE
en el
departamento de **Antioquia**